STROJNICKÉ TABULKY

JIŘÍ LEINVEBER - PAVEL VÁVRA

Učebnice pro školy technického zaměření a neocenitelná pomůcka pro praxi

šesté vydání

ALBRA

STROJNICKÉ TABULKY

Šesté vydání

UČEBNICE PRO ŠKOLY TECHNICKÉHO ZAMĚŘENÍ

Jiří Leinveber
Pavel Vávra

V upraveném šestém vydání tabulek jsou shrnuty nejdůležitější poznatky a údaje z odborné literatury, které studující odborných škol strojírenského zaměření nutně potřebují získat pro úspěšné uplatnění v praxi. Z tohoto důvodu obsahují výběr z platných ČSN, norem ISO a EN i dalších závazných předpisů, bez nichž se technik v každodenní práci neobejde.

Tabulky tvoří soubor základních informací potřebných pro práci technika v oborech, jako jsou matematika, technické kreslení, mechanika, strojní součásti, obrábění, odlévání, svařování, pájení, upínání nástrojů a přípravků atd. Vzhledem ke vstupu ČR do EU je kladen zvýšený důraz na používání společných evropských norem. Proto se souhlasem Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví byla snaha zachytit současný stav přechodu ČSN na soustavu mezinárodních norem ISO a EN. I v tomto vydání došlo k úpravám a provedení aktualizace.

Některé zrušené normy ČSN jsou vyznačeny jako zrušené, avšak pro infonnaci jsou v tabulkách ponechány.

Publikace je určena nejen studujícím odborných škol strojírenského zaměření, ale i všem zájemcům z praxe.

V publikaci jsou používány i zrušené technické normy, a to z důvodu ucelenosti a srozumitelnosti především pro potřeby výuky.

Platnost norem k 1. lednu 2017.

© Albra – pedagogické nakladatelství, Úvaly, 2017
© Ing. Jiří Leinveber, Ing. Pavel Vávra, 2017

ISBN 978-80-7361-111-8

OBSAH

ÚVOD

MATEMATIKA
Základní matematické vztahy ... 2
Výpočtové vztahy pro obvody a obsahy rovinných útvarů ... 4
Výpočtové vztahy pro objemy a povrchy prostorových útvarů ... 9

VELIČINY A JEDNOTKY
Základní jednotky SI ... 15
Odvozené a doplňkové jednotky SI ... 15
Řecká abeceda (stojaté a skloněné písmo) ... 17
Veličiny a jednotky (výběr z ČSN) ... 18
Veličiny a jednotky v mechanice ... 26
Tabulky převodních vztahů ... 27

MECHANIKA
Pasivní odpory – tření ... 34
Pružnost a pevnost ... 35
Základní pevnostní rovnice pro prosté namáhání ... 35
Moduly pružnosti v tahu, ve smyku a Poissonova čísla ... 35
Vzpěrná pevnost přímých prutů ... 36
Výpočtové vztahy pro plochy, kvadratické momenty, polární momenty ... 39
Vetknuté nosníky a nosníky o dvou podpěrách ... 44
Vetknuté nosníky stejné pevnosti ... 46
Nosníky stejné pevnosti o dvou podpěrách ... 48
Součinitele vzpěrnosti, mezní štíhlost, nepružný vzpěr ... 50
Tvarový součinitel ... 51
Vrubový součinitel skutečného zhuštění napětí ... 52
Součinitel velikosti součástí ... 53
Součinitel stavu povrchu součástí ... 53
Mechanické hodnoty základních konstrukčních materiálů ... 54

TERMOMECHANIKA
Sdílení tepla ... 58
Stavební a izolační hmoty ... 59
Fyzikální hodnoty uvedených tuhých látek ... 60
Teplotní součinitel délkové roztažnosti tuhých látek ... 61
Fyzikální hodnoty technických plynů ... 62
Fyzikální hodnoty kapalin ... 63
Spalná tepla ve výhřevnosti paliv ... 63
Měrné objemy přehřáté vodní páry ... 64
Entalpie přehřáté vodní páry ... 65
Sytá vodní pára a voda – uspořádání podle teplot ... 66
Sytá vodní pára a voda – uspořádání podle tlaku ... 67
Vlhký vzduch při tlaku 98 100 Pa ... 69

TECHNICKÉ KRESLENÍ

Normální délkové rozměry ... 71
Technická dokumentace ... 73
Grafické prvky ... 74
Latinská abeceda, řecká abeceda, číslice a značky pro CAD ... 78
Požadavky na písmo CAD ... 79
Rozměry písma typu CB a CA ... 81
Měřítka ... 82
Typy čar a jejich význam na strojnických výkresech ... 82
Tloušťky čar a skupiny čar ... 84
Základní tolerance, úchylky a uložení ... 85
Vzorce pro základní tolerance ... 87
Horní a dolní mezní úchylky pro díry (vnitřní prvky) ... 88
Horní a dolní úchylky pro hřídele (vnější prvky) ... 88
Soustava tolerancí a uložení ISO ... 89
Výběr tolerančních tříd ... 90
Tabulky normalizovaných tolerančních tříd a mezních úchylek pro díry a hřídele ... 91
Příklady uložení ... 122
Geometrické specifikace produktu (GPS) ... 123
Základy – pojmy, principy a pravidla ... 123
Geometrické tolerování – tolerance tvaru, orientace, umístění a házení ... 124
Značky pro geometrické tolerování ... 125
Zjednodušené označování tyčí a profilů ... 131
Doporučené obrazové provedení značek ... 133
Mezní úchylky netolerovaných rozměrů ... 134
Tolerování délkových a úhlových rozměrů ... 135
Nepředepsané geometrické tolerance ... 138
Geometrické tolerování ... 140
Geometrické požadavky na výrobky (GPS) ... 142
Struktura povrchu. Profilová metoda ... 142
Označování struktury povrchu v technické dokumentaci výrobků ... 144
Grafické značky struktury povrchu ... 144
Skladba úplné grafické značky povrchu ... 145
Příklady označování ... 147
Středicí důlky ... 148
Středicí důlky se závitem a s vrcholovým úhlem 60° ... 150
Zaoblení a zkosení hran ... 151
Zápichy ... 152
Pružiny ... 154
Výrobní výkresy pružin ... 154
Ozubená kola, moduly ... 155
Popisové pole ... 156
Seznamy položek ... 158
Pravidla pro kreslení výkresů ozubených kol ... 160
Řetězová kola ... 165
Rýhování přímé ... 167
Vroubkování pravoúhlé a kosoúhlé ... 167
Jemné drážkování ... 168
Drážková spojení evolventní s úhlem profilu 30° ... 169
Rovnoboké drážkování válcových hřídelů s vnitřním středěním ... 171
Tolerance děr a hřídelů ... 172
Válcové konce hřídelů ... 173
Dovolené točivé momenty přenášené konci hřídelů ... 175
Značky pro kinematická schémata ... 178
Značky pro kreslení potrubí ... 189
Značky pro kreslení hydraulických a pneumatických schémat ... 198

MATERIÁLY

Definice a rozdělení ocelí ... 205
Číselné označování a rozdělení ocelí ke tváření ... 209
Systémy označování ocelí ... 218
Číselné označování a rozdělení slitin železa na odlitky ... 233
Číselné označování těžkých a lehkých neželezných kovů ... 234
Hliník a slitiny hliníku ... 237
Třídění a označování pryže ... 243
Vlastnosti a použití vybraných materiálů ... 244
Oceli k tváření ... 244
Rovnovážný diagram Fe – C ... 251
Závislost tvrdosti na pevnosti materiálu ... 252
Nástrojové materiály ... 253
Klasifikace a použití tvrdých řezných materiálů k obrábění kovů s určenou řeznou hranou – označování skupin a podskupin použití ... 260
Slitiny železa na odlitky ... 263
Těžké neželezné kovy ... 266
Lehké neželezné kovy ... 267
Plasty ... 268
Vybrané vlastnosti kovových vodivých materiálů ... 270
Ocelový a litinový odpad ... 271

POLOTOVARY

Pásy a pruhy z ocelí tříd 10 a 11 válcované za tepla ... 276
Plechy tenké z ocelí tříd 10 až 16 válcované za tepla ... 278
Plechy ocelové pozinkované ... 280
Plechy ocelové žebrované z ocelí tříd 10 a 11 válcované za tepla ... 281
Tyče kruhové válcované za tepla vysoké a zvlášť vysoké přesnosti ... 282
Ocelové tyče čtvercové válcované za tepla pro všeobecné použití ... 284
Ocelové tyče ploché válcované za tepla pro všeobecné použití ... 286
Široká ocel třídy 10 a 11 válcovaná za tepla ... 288
Plechy tlusté z ocelí tříd 10 až 16 válcované za tepla ... 290
Tyče průřezu rovnoramenného L z konstrukčních ocelí válcovaných za tepla ... 291
Tyče průřezu nerovnoramenného L z konstrukčních ocelí válcovaných za tepla ... 292
Tyče průřezu I z ocelí tříd 10 a 11 válcované za tepla ... 295
Tyče průřezu IPE z konstrukčních ocelí válcované za tepla ... 296
Tyče průřezu U z ocelí tříd 10 a 11 válcované za tepla ... 297
Tyče průřezu UE z ocelí tříd 10 a 11 válcované za tepla ... 298
Tyče průřezu T z ocelí tříd 10 a 11 válcované za tepla ... 299
Trubky ocelové závitové běžné ... 300
Trubky ocelové závitové zesílené ... 301
Trubky ocelové bezešvé tvářené za tepla ... 302
Trubky ocelové bezešvé čtvercové tvářené za tepla ... 304
Trubky z ocelí tříd 11 a 12 podélně svařované hladké ... 306
Tažený ocelový drát pro všeobecné účely ... 307
Tyče šestihranné z ocelí tříd 11 až 16 tažené za studena s úchylkami h11 a h12 ... 309
Tyče kruhové z ocelí tříd 11 až 16 tažené za studena s úchylkami h11 a h12 ... 310
Tyče čtvercové z ocelí tříd 11 a 12 tažené za studena s úchylkami h11 a h12 ... 311
Tyče ploché z oceli tříd 11 a 12 tažené za studena s úchylkami h11 a h12 ... 312
Tyče čtvercové z oceli 11 600 tažené za studena s úchylkami h9 na klíny a pera ... 314
Tyče ploché z oceli 11 600 tažené za studena s úchylkami h9 pro šířku a h11 pro tloušťku na klíny a pera ... 315
Duté profily tvářené za tepla z nelegovaných a jemnozrnných konstrukčních ocelí ... 316
Kruhové profily ... 316
Čtvercové profily ... 318
Obdélníkové profily ... 319
Plechy z ocelí třídy 17 válcované za tepla ... 322

Široká ocel válcovaná za tepla z ocelí tříd 12 až 16 a 19 vysoké přesnosti ... 324
Hliník a slitiny hliníku – plechy, pásy a desky tvářené za tepla ... 326
Hliník a slitiny hliníku – plechy, pásy a desky tvářené za studena ... 328
Lisované tyče kruhové z hliníku a slitin hliníku ... 331
Lisované tyče čtvercové z hliníku a slitin hliníku ... 333
Tyče kruhové z hliníku a slitin hliníku tažené za studena ... 335
Tyče ploché z hliníku a slitin hliníku tažené za studena ... 336
Tyče šestihranné z hliníku a slitin hliníku tažené za studena ... 339
Trubky bezešvé z hliníku a slitin hliníku tažené za studena ... 341
Tyče pro třískové obrábění z mědi a slitin mědi ... 344
Profily a ploché tyče z mědi a slitin mědi pro všeobecné použití ... 349
Desky z neměkčeného polyvinylchloridu (PVC) ... 355
Tyče z neměkčeného polyvinylchloridu (PVC) ... 356
Trubky z polyetylénu ... 357

STROJNÍ SOUČÁSTI

Závity ... 360
Závity, názvy a definice ... 360
Označování závitu ... 362
Metrické závity ... 363
Výběr doporučených mezních úchylek ISO metrického závitu ... 368
Přechodné uložení ... 374
Uložení s přesahem ... 380
Metrické závity pro jemnou mechaniku a optiku ... 381
Trubkové závity pro spoje těsnící na závitech ... 387
Lichoběžníkový rovnoramenný jednochodý závit ... 389
Lichoběžníkový nerovnoramenný závit ... 391
Šrouby ... 393
Konce šroubů s vnějším metrickým závitem ISO ... 393
Výběhy vnějšího metrického závitu ... 394
Výběhy vnitřního metrického závitu ... 395
Drážky vnějšího metrického závitu ... 396
Drážky vnitřního metrického závitu ... 397
Válcové zahloubení pro šrouby se šestihrannou hlavou a pro šestihranné matice s podložkou ... 398
Válcové zahloubení pro šrouby s válcovou hlavou ... 399
Kuželová zahloubení pro šrouby se zápustnou hlavou ... 400
Díry pro šrouby ... 401
Prostor potřebný pro užití klíčů na šestihrany ... 405
Přehled šroubů a matic ... 406
Výchozí materiály pro šrouby a matice ... 409
Tolerance spojovacích součástí ... 410
Šrouby a matice s průměry závitů od 1,6 mm do 150 mm ... 410
Šrouby se šestihrannou hlavou s normální a redukovanou hladkou částí dříku ... 412
Lícované šrouby s dlouhým a krátkým závitem ... 415
Šrouby se šestihrannou hlavou se závitem k hlavě ... 416
Šrouby s malou válcovou hlavou ... 418
Šrouby s nízkou válcovou hlavou s drážkou ... 419
Šrouby s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem ... 420
Šrouby s půlkulovou hlavou ... 421
Šrouby se zápustnou hlavou s drážkou ... 422
Šrouby se zápustnou hlavou čočkovitou s drážkou ... 423
Závrtné šrouby ... 424
Hloubka děr pro závrtné šrouby ... 425
Jmenovité délky závitu pro šrouby a závrtné šrouby ... 426
Šrouby bez hlavy s drážkou a s plochým koncem, stavěcí šrouby s drážkou s kuželovým důlkem, s čípkem, s hrotem ... 427
Šrouby do plechu s čočkovitou hlavou s drážkou ... 428

Šrouby do plechu se zaoblenou válcovou hlavou s křížovou drážkou ... 429
Křídlaté šrouby a matice ... 430
Šestihranné matice ... 431
Přesné šestihranné matice malé ... 435
Uzavřená matice ... 435
Korunové matice ... 436
Válcové matice s drážkou ... 437
Rýhované matice ... 438
Pojistné matice a zajišťovací součásti ... 439
Pojistné podložky a vložky k maticím upínacích pouzder ... 441
Samojistná šestihranná matice ... 442
Podložky a závlačky ... 443
Přehled podložek ... 443
Ploché kruhové podložky se zkosením, ploché kruhové podložky – běžná řada ... 446
Ploché kruhové podložky – malá řada ... 447
Podložky se čtvercovým otvorem pro dřevěné konstrukce ... 448
Pružné podložky ... 449
Pojistné podložky s nosem ... 450
Pojistné podložky s jazýčkem ... 451
Závlačky ... 452
Čepy, kolíky a pojistné kroužky ... 453
Přehled čepů a kolíků ... 453
Čepy bez hlavy ... 455
Čepy s hlavou ... 456
Válcové kolíky nezakalené ... 457
Válcové kolíky z kalené oceli nebo martenzitické korozivzdorné oceli ... 457
Kuželové kolíky nekalené ... 459
Pružné kolíky se štěrbinou ... 460
Rýhované kolíky ... 462
Rýhované hřeby ... 463
Pojistné třmenové kroužky ... 464
Pojistné kroužky pro hřídele ... 465
Pojistné kroužky pro díry ... 467
Nýty ... 469
Přehled nýtů ... 469
Nýty s půlkulovou hlavou ... 471
Zápustné nýty ... 472
Trubkové nýty ... 473
Klíny a pera ... 474
Přehled klínů a per ... 474
Klíny drážkové, vsazené, drážkové s nosem ... 475
Pera těsná ... 476
Pera výměnná s dvěma nebo jedním přídržným šroubem ... 477
Pera Woodruffova ... 478
Úchylky rozměrů klínů, per a drážek ... 479
Ložiska ... 480
Oceli na valivá ložiska ... 480
Označování valivých ložisek ... 482
Úložné plochy pro montáž ... 484
Kuličková ložiska dvouřadá typ 60, 62, 63, 64 ... 485
Kuličková ložiska jednořadá s kosoúhlým stykem typ 72, 73 ... 488
Kuličková ložiska dvouřadá naklápěcí typ 12, 13, 22, 23 ... 490
Válečková ložiska jednořadá typ NU, NJ, NUP, N ... 493
Soudečková ložiska dvouřadá typ 222, 223 ... 496
Kuželíková ložiska jednořadá typ 302, 303, 313, 322, 323 ... 498
Axiální kuličková ložiska jednosměrná s kosoúhlým stykem ... 501

Axiální válečková ložiska jednosměrná ... 503
Jehlová ložiska jednořadá ... 505
Přehled použitelnosti valivých ložisek ... 512
Valivá ložiska – dynamická únosnost a trvanlivost ... 512
Radiální kuličková ložiska ... 513
Axiální kuličková ložiska ... 517
Radiální válečková ložiska ... 519
Valivá ložiska – statická únosnost ... 522
Těsnění ... 527
Kroužky kruhového průřezu pro těsnění pohyblivých i nepohyblivých částí ... 527
Těsnicí kroužky strojírenských šroubení s plochým těsněním ... 529
Schematické označení těsnění ... 530
Přehled těsnicích manžet vrstvených ... 532
Těsnicí kroužky ploché a čočkovité ... 533
Hřídelové těsnicí kroužky ... 534
Zpracované silikonové pryže ... 536
Fyzikálně mechanické vlastnosti silikonových pryží ... 536
Konstrukční příklady těsnění O kroužků ... 537
Řemeny ... 538
Klínové řemeny klasického průřezu ... 538
Úzké klínové řemeny pro průmyslové použití ... 540
Řemenové převody ... 542
Řemenice pro klínové řemeny klasických průřezů ... 543
Výpočtové průměry řemenic pro klínové řemeny ... 544
Výpočet převodů a volba velikosti klínového řemene klasických průřezů ... 546
Výpočet převodů a volba velikosti klínového řemene úzkého ... 551
Synchronní řemenové pohony, řemeny s kódy roztečí MXL, XXL, XL, L, H, XH a XXH, metrické a palcové rozměry ... 560
Řetězy ... 566
Válečkové řetězy ... 566
Pouzdrové řetězy rychloběžné ... 568
Gallovy řetězy ... 569
Řetězová kola pro hnací válečkové a pouzdrové řetězy ... 570
Ocelová drátěná lana ... 573
Kladky a bubny pro ocelová lana ... 581
Výpočet ocelových lan pro jeřáby a zdvihadla ... 583
Převody ozubenými koly ... 584
Čelní ozubená kola se šikmými zuby ... 587
Kuželová soukolí ... 603
Šneková soukolí ... 608
Šroubová soukolí ... 611
Hřídelové spojky ... 612
Určení velikosti hřídelových spojek ... 612
Pružiny ... 615
Zobrazování pružin ... 615
Tlačné pružiny ... 618
Tažné pružiny ... 619
Šroubové válcové pružiny vyráběné z drátů a tyčí kruhového průřezu – tlačné a tažné pružiny ... 620
Talířové pružiny ... 636
Armatury a potrubí ... 640
Přehled armatur a potrubí ... 640
Jmenovité tlaky a pracovní přetlaky ... 646
Jmenovité světlosti ... 648
Označování potrubí podle provozní tekutiny ... 649
Tlakové ztráty v potrubí ... 650
Bezešvé ocelové trubky ... 652
Příruby a přírubové spoje ... 654

Pracovní přetlaky pro součásti z tvářených ocelí ... 660
Fitinky z temperované litiny s trubkovými závity ... 667

TVÁŘENÍ

Výkovky ... 670

ODLÉVÁNÍ

Slévárenské úkosy modelů a odlitků ... 678
Geometrické specifikace produktů (GPS – Geometrical Product Specifications) – Rozměrové a geometrické tolerance tvarovaných součástí – Všeobecné rozměrové a geometrické tolerance a přídavky na obrábění pro odlitky ... 679
Poloměry vnitřních zaoblení odlitků ze šedé litiny ... 684

SVAŘOVÁNÍ

Svařování ocelí ručně obloukovým svařováním obalenou elektrodou, tavicí elektrodou v ochranném plynu, plamenovým svařováním, svařováním wolframovou elektrodou v ochranné atmosféře inertního plynu a svařování svazkem paprsků ... 688
Přehled metod svařování a jejich číslování ... 699
Zobrazování svarových spojů na výkresech ... 700
Doplňující značky ... 704
Příklady použití doplňujících značek ... 704
Příklady kombinace základních a doplňkových značek ... 705
Značení svaru ... 706
Příklady umístění značek svaru ... 707
Příklady značení rozměrů svarů ... 708
Základní výpočtové vzorce pro svarové spoje ... 711
Dovolené napětí tupých a koutových svarových spojů ... 714
Polohy svařování ... 717
Druhy výrobků a příslušné metody svařování ... 720
Příklady možných typů obalených elektrod ... 723
Obalené elektrody pro ruční obloukové svařování ... 724
Obalené elektrody pro ruční obloukové svařování nelegovaných a jemnozrnných ocelí ... 729
Obalené elektrody pro ruční obloukové svařování vysokopevnostních ocelí ... 730
Obalené elektrody pro ruční obloukové svařování žáropevných ocelí ... 731
Obalené elektrody pro ruční obloukové svařování korozivzdorných a žáruvzdorných ocelí ... 732
Drátové elektrody pro obloukové svařování nelegovaných a jemnozrnných ocelí v ochranném plynu a jejich svarové kovy ... 735
Drátové elektrody, dráty a tyče pro obloukové svařování vysokopevnostních ocelí tavící se elektrodou v ochranném plynu a jejich svarové kovy ... 736
Svařovací materiály pro tvrdé návary ... 737
Obalené elektrody, dráty, tyčinky a plněné elektrody pro tavné svařování litiny ... 738
Obalené elektrody pro ruční obloukové svařování niklu a slitin niklu ... 745
Dráty pro svařování plamenem pro legované a žáropevné oceli ... 752
Plyny a jejich směsi pro tavné svařovací a příbuzné procesy ... 752
Svařitelnost litiny – praktická doporučení ... 754
Šedá litina ... 755
Tvárná litina ... 756
Temperovaná litina ... 756
Volba přídavných materiálů ... 756
Svařování šedé litiny ... 757

OBRÁBĚNÍ

Klasifikace a použití tvrdých řezných materiálů k obrábění kovů s určenou řeznou hranou – označování skupin a podskupin použití ... 760
Přídavky na obrábění ... 767
Soustružení ... 770
Nože s pájenými břitovými destičkami ze slinutých karbidů ... 770

Revolverové a vyvrtávací nože s pájenými břitovými destičkami ze slinutých karbidů ... 772
Soustružnické nože z nástrojové rychlořezné oceli ... 775
Soustružnické nože z rychlořezné oceli ... 776
Revolverové nože z rychlořezné oceli ... 776
Soustružnické nože s vyměnitelnými břitovými destičkami ze slinutých karbidů ... 780
Řezné podmínky pro soustružení ... 787
Vyměnitelné břitové destičky ze slinutých karbidů, označování ... 792
Hoblování a obrážení ... 794
Frézování ... 797
Přehled fréz z nástrojové rychlořezné oceli ... 797
Přehled fréz s vyměnitelnými břitovými destičkami ze slinutých karbidů ... 801
Nástrčné frézy ... 802
Stopkové frézy ... 803
Řezné podmínky při frézování ... 804
Frézování rovinných ploch válcovou frézou nástrčnou ... 806
Frézování rovinných ploch frézovací hlavou s břity SK ... 810
Vrtání, vyhrubování, vystružování, zahlubování ... 816
Vrtáky z rychlořezné oceli ... 816
Výhrubníky a výstružníky ... 819
Záhlubníky ... 820
Řezné podmínky pro vrtání, vyhrubování a vystružování ... 821
Doporučené průměry vrtáků pro závity matic ... 829
Předvrtání děr pro závity matic a mezní rozměry malých průměrů ... 831
Vrtáky středicí 60° tvar A ... 832
Vrtáky středicí 60° tvar B ... 833
Vrtáky šroubovité s válcovou stopkou, střední řada ... 834
Vrtáky šroubovité s válcovou stopkou se šroubovicí 40°, střední řada ... 836
Vrtáky šroubovité s kuželovou stopkou ... 837
Výstružníky strojní se zuby ve šroubovici s válcovou stopkou ... 838
Výstružníky nástrčné s přímými zuby ... 839
Vyvrtávání ... 840
Závitníky – přehled ... 844
Závitové čelisti ... 845
Závitové hlavy ... 848
Přehled a značení tvářecích nástrojů na závity ... 849
Protahovací a protlačovací trny ... 851
Upínání protahováků ... 853
Pilové kotouče a listy na kovy ... 854
Broušení ... 855
Brousicí a řezací kotouče a tělíska ... 855
Nástroje z pojeného brusiva ... 858
Přehled brousicích materiálů ... 861
Volba brousicího kotouče podle druhu brouseného materiálu ... 869
Brousicí a řezací kotouče ... 871

UPÍNACÍ PRVKY NÁSTROJŮ A PŘÍPRAVKŮ

Přehled upínacích prvků nástrojů ... 878
Průměry nástrojových dutin pro nástroje s válcovou stopkou ... 878
Obrobené T-drážky ... 879
Kuželovitost nástrojových stopek a dutin ... 880
Přehled nástrojových kuželů pro stopky a dutiny ... 880
Konce vřeten a stopky nástrojů a trnů s kuželem 7 : 24 ... 881
Krátké nástrojové kužele Morseovy s vyražečem ... 882
Kuželové stopky a dutiny pro vrtačková sklíčidla ... 883
Drážky a unašeče nástrojových kuželů 1 : 30 pro nástrčné výhrubníky a výstružníky ... 884
Nástrojové čtyřhrany a dutiny ... 885

Upínací pouzdra stopkových čelních válcových fréz s upínacími šrouby na upínání válcových stopek s ploškou 886
Přehled upínacích prvků přípravků 888
Šrouby se zářezem a s čípkem 896
Šrouby se čtyřhrannou hlavou a čípkem 897
Šrouby s kolíkovou rukojetí 898
Šrouby k otočným podložkám a třmenům 899
Rychloupínací šrouby 900
Vysoké matice šestihranné s rovinnou a kulovou dosedací plochou a s nákružkem 901
Rýhované matice 902
Rychloupínací matice 902
Matice s posuvnou rukojetí 903
Kruhové podložky s výřezem 904
Otočné podložky 905
Otočné třmeny 906
Přítlačné opěrky s dosedací rovinnou plochou 907
Šroubové rozpěrky 908
Pevné opěrky s válcovou hlavou 909
Opěrky stavitelné 910
Samostavitelné a stavitelné opěrky s kolíkem 911
Podpěry pod upínky 912
Stojánky k podpěrám pod upínky 913
Středicí vložky 913
Hvězdice 914
Zubové podpěry 915
Křídlaté rukojeti 915
Páky s výstředníkem 916
Sedlové upínky 917
Páky s drážkovým výstředníkem 918
Upínky ve tvaru U 919
Ploché upínky 920
Zahnuté upínky 922
Středicí čepy zploštělé, polotovary 923
Pojišťovací kolíky, polotovary 926
Čepové západky s knoflíkem 927
Ploché západky 928
Středicí čepy válcové 929
Pevná vrtací pouzdra hladká 930
Pevná vrtací pouzdra s nákružkem 931
Nástrčná vrtací pouzdra 932

DOPLŇUJÍCÍ INFORMACE

Druhy křivkových mechanismů 936
Rovinné a prostorové křivkové členy 937
Tvary vaček 938
Grafické řešení tangenciální vačky 940

ÚVOD

Současný rozvoj světové techniky je založen na úzké mezinárodní a evropské hospodářské a technické spolupráci, která není možná bez jednotlivých konstrukčních a technologických předpisů zakotvených ve schválených technických normách. Pro úspěšnou činnost všech pracovníků v průmyslové praxi je znalost norem nezbytným předpokladem. Proto nejen v praxi a výrobě, ale i absolventi odborných škol a učilišť se musí s technickými normami seznámit a musí se naučit s nimi pracovat. Základní pomůckou k tomu jsou Strojnické tabulky.

V rámci sjednocování Evropy přechází i náš stát na evropské normy, a proto jsou Strojnické tabulky v každém novém vydání přepracovány a doplněny s ohledem na současny stav uplatnění Směrnic EU v technických normách a na jejich platnost. Upravené a doplněné tabulky poskytují současné technické údaje o svařování a broušení včetně dalších nových norem, které jsou platné a závazné pro práci technika. Bez těchto nových informací v současné evropské technické spolupráci se pak stává studium včetně tvůrčí práce techniků omezeným a neúčinným.

Strojnické tabulky, které máte před sebou, jsou sestaveny tak, aby mohly být samostatnou učebnicí, ve které jsou shrnuty základní informace potřebné pro řešení konstrukčních i technologických úkolů. Najdete zde informace z matematiky, mechaniky, technického kreslení, o materiálu, tváření, odlévání, svařování, obrábění, o strojních součástech a o prvcích pro upínání nástrojů a obrobků.

Díky sjednocování norem v rámci EU byly některé ČSN normy zrušeny bez náhrady. V řadě případů je to z důvodu, že daná oblast se řídí již klasickými dodavatelsko-odběratelskými vztahy. V těchto případech jsou výrobky definovány katalogovými listy výrobce, který určuje konstrukční a technologické vlastnosti výrobku. Strojnické tabulky v těchto případech uvádějí obecná pravidla, kterými se mohou výrobci řídit. Díky dnešní vyspělé době a možnostem informačních technologií jsou katalogové listy aktuálních výrobců k dispozici na internetu. Zde je možné zjistit aktuální informace o výrobcích, které již nejsou přesně definovány ISO normou.

Autoři velmi oceňují spolupráci s Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví a s nakladatelstvím Albra. Děkují touto cestou za poskytnutí platných podkladů, což umožnilo vydání této publikace v uvedené podobě.

Vzhledem k tomu, že přechod na evropské normy je kontinuální proces, je nutné, aby učitelé i žáci tento proces sledovali a podle vlastní potřeby si tabulky aktualizovali. Přesto nakladatelství společně s autory každé další vydání tabulek aktualizuje. Některé názvy norem v tabulkách neodpovídají vždy přesně názvu platné ČSN. Jde o zjednodušené vyjádření obsahu uváděných norem.

Autoři a nakladatelství prosí uživatele Strojnických tabulek o připomínky k jejich obsahu, aby další vydání mohlo lépe sloužit svému účelu. Připomínky zašlete na adresu: Nakladatelství Albra, Havlíčkova 197, 250 82 Úvaly. Tyto podněty pomáhají odstranit některé nepřesně uvedené údaje a chyby. Tabulky se tak stávají nenahraditelným pomocníkem s dlouhodobou platností.

Doufáme, že Vám nové Strojnické tabulky budou dobře sloužit nejen při Vašem studiu, ale také ve Vaší praktické činnosti v budoucím zaměstnání.

A nakonec jedna rada – elektronický přístup k normám ČSN si lze objednat na http:/fcsnonline.unmz.cz.

autoři

Kontaktní informace odboru technické normalizace ÚNMZ:
Adresa: ÚNMZ, Biskupský dvůr 1148/5, 110 00 Praha 1
E-mail: info@unmz.cz
Informační telefonická linka: 221 802 802
Internet: www.unmz.cz

Prodej mezinárodních, zahraničních a zrušených norem:
E-mail: info@unmz.cz
Telefon: 221 802 130, 221 802 132

MATEMATIKA

ZÁKLADNÍ MATEMATICKÉ VZTAHY

Mocniny, odmocniny, logaritmy

$a^2b^2 = (ab)^2$ $\quad a^2a^3 = a^5$ $\quad a^6 : a^2 = a^4$

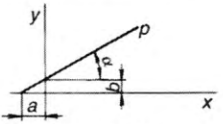
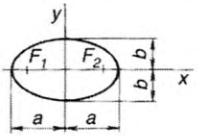
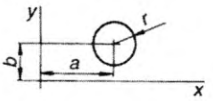
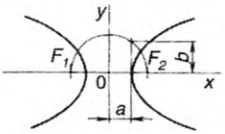
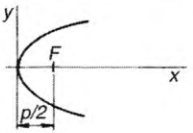
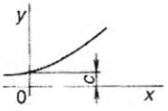
$a^0 = 1$ $\quad a^{-n} = \frac{1}{a^n}$ $\quad (a^3)^2 = a^6$

$(\pm a)^4 = +a^4$ $\quad (-a)^3 = -(a^3)$ $\quad \sqrt{a} \times \sqrt{a} = a$

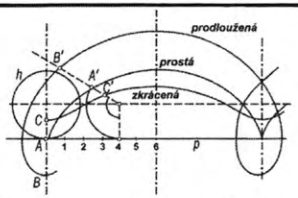
$\sqrt[3]{\frac{1}{a}} = \frac{1}{\sqrt[3]{a}} = a^{-\frac{1}{3}}$ $\quad \log \sqrt[n]{a} = \frac{1}{n} \log a$

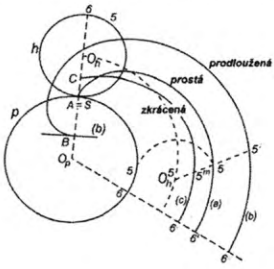
$\log a^{\frac{n}{m}} = \frac{n}{m} \log a$ $\quad \log \sqrt[n]{a^m} = \frac{m}{n} \log a$

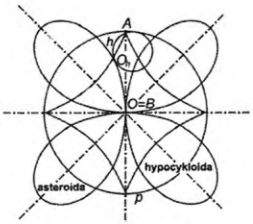
Analytická geometrie, název, rovnice, vyobrazení

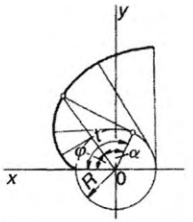
Název	Vyobrazení Rovnice	Název	Vyobrazení Rovnice
Přímka	 $y = m \,.\, x + b$ (směrnicový tvar) $m = \operatorname{tg} \alpha$ $\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 1$ (úsekový tvar)	Elipsa	 $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ F_1, F_2 – ohniska
Kružnice	 $(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$	Hyperbola	 $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$
Parabola	 $y^2 = 2px$ $2p$ = parametr, F – ohnisko	Exponenciální	 $y = ca^x$

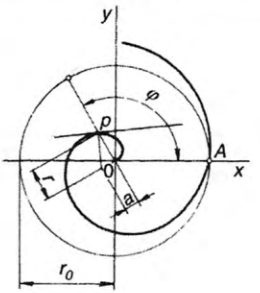
<table>
<tr><th>Název</th><th>Vyobrazení
Rovnice</th><th>Název</th><th>Vyobrazení
Rovnice</th></tr>
<tr><td>Logaritmické</td><td>

$y = \log_a x$</td><td>Cykloida</td><td> 

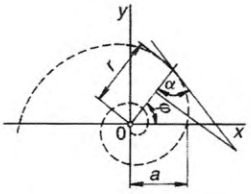
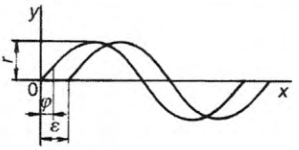
Křivka opisovaná bodem kružnice, která se kotálí po pevné přímce
– prostá cykloida
– prodloužená, neleží bod na kružnici
– zkrácená, viz obr.
$x = rt - d \sin t$
$y = r - d \cos t$
je-li $d = r$ dostáváme rovnici *prosté cykloidy*
$d > r$ *prodloužené cykloidy*
$d < r$ *zkrácené cykloidy*</td></tr>
<tr><td>Epicykloida
Hypocykloida</td><td> 



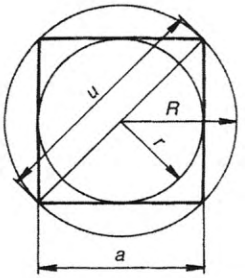
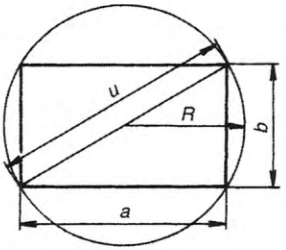
$x = (R \pm r) \cos t \pm d \cos \frac{R \pm r}{r} t$
$y = (R \pm r) \sin t - d \sin \frac{R \pm r}{r} t$
r, R – poloměry kružnic h, p
d – vzdálenost tvořícího bodu od středu kružnice h
horní znaménko pro epicykloidu
dolní znaménko pro hypocykloidu
Je-li $d = r$ dostáváme rovnici *prosté*
$d > r$ *prodloužené*
$d < r$ *zkrácené* epicykloidy popř. hypocykloidy
Je-li poloměr kružnice h roven čvrtině poloměru kružnice p, dostáváme jako prostou hypocykloidu *asteroidu*</td><td>Evolventa kružnice</td><td> 

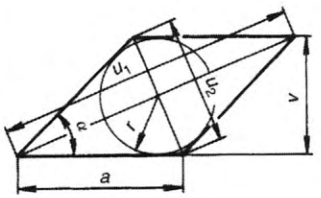
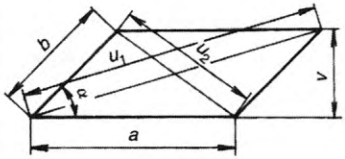
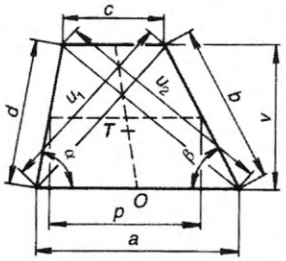
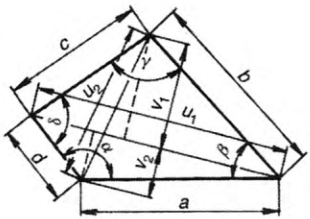
$x = R(\cos t + \sin t)$
$y = R(\sin t - t \cos t)$
t – úhel odvalení
Parametrické vyjádření v polárních souřadnicích
$r = \frac{R}{\cos \alpha}$, $\varphi = \operatorname{tg} \alpha - \alpha = \operatorname{inv} \alpha$</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Archimedova spirála</td><td> 

$r = a \cdot \varphi = \frac{r_0 \varphi}{2\pi}$</td></tr>
</table>

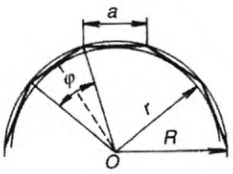
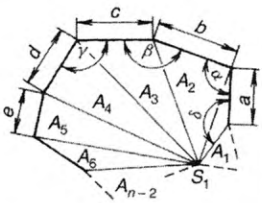
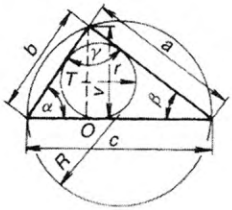
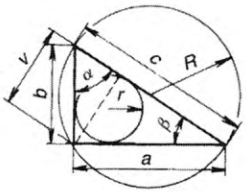
Název	Vyobrazení Rovnice	Název	Vyobrazení Rovnice
Logaritmická spirála	 $r = a \,.\, e^{m\varphi} \qquad (m > 0)$	Sinusovka	 $y = r \,.\, \sin(\varphi + \varepsilon)$ r — amplituda ε — fázový úhel $\varphi = \omega t$ ω — kruhová frekvence t — čas

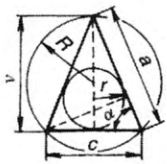
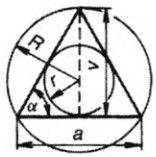
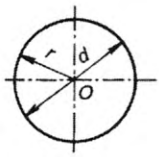
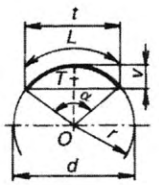
Výpočtové vztahy pro obvody *o* a obsahy *A* rovinných útvarů

Útvar	Rovnice	Vyobrazení	Význam symbolů
Čtverec	$o = 4a$ $A = a^2 = \frac{u^2}{2}$ $u = a\sqrt{2}$ $R = \frac{1}{2}u = \frac{\sqrt{2}}{2}a$ $r = \frac{1}{2}a = \frac{\sqrt{2}}{4}u$		o — obvod A — obsah u — úhlopříčka R — poloměr kružnice opsané r — poloměr kružnice vepsané
Obdélník	$o = 2(a + b)$ $A = ab$ $u = \sqrt{a^2 + b^2}$ $R = \frac{u}{2} = \frac{1}{2}\sqrt{a^2 + b^2}$		o — obvod A — obsah u — úhlopříčka R — poloměr kružnice opsané

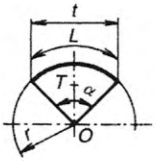
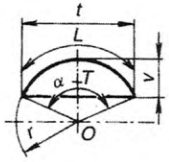
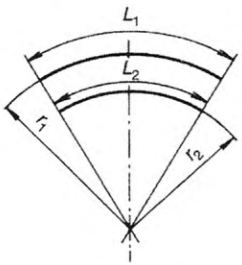
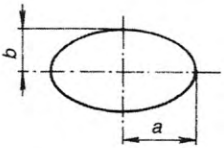
Útvar	Rovnice	Vyobrazení	Význam symbolů
Kosočtverec	$o = 4a$ $A = av$ $v = a \sin \alpha$ $r = \frac{v}{2} = \frac{1}{2} a \sin \alpha$ $u_1 = a\sqrt{2(1 + \cos \alpha)}$ $u_2 = a\sqrt{2(1 - \cos \alpha)}$		o – obvod A – obsah u_1, u_2 – úhlopříčka r – poloměr v – výška
Kosodélník	$o = 2(a + b)$ $A = av$ $v = b \sin \alpha$ $u_1 = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \cos \alpha}$ $u_2 = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \alpha}$		o – obvod A – obsah u_1, u_2 – úhlopříčka v – výška
Lichoběžník	$o = a + b + c + d$ $A = pv = \frac{a + b}{2} v$ $p = \frac{a + b}{2}$ $v = c \sin \alpha = d \sin \beta$ $u_1 = \sqrt{a^2 + d^2 - 2ad \cos \beta}$ $u_2 = \sqrt{a^2 + c^2 - 2ac \cos \alpha}$ $\overline{TO} = \frac{v}{3} \cdot \frac{a + 2c}{a + c}$		o – obvod A – obsah u_1, u_2 – úhlopříčka v – výška p – střední příčka $\overline{TO}$ – souřadnice těžiště
Čtyřúhelník	$o = a + b + c + d$ $A = \frac{1}{2} u_1 (v_1 + v_2)$ $u_1 = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \beta} =$ $= \sqrt{c^2 + d^2 - 2ad \cos \delta}$ $u_2 = \sqrt{a^2 + d^2 - 2ad \cos \alpha} =$ $= \sqrt{c^2 + b^2 - 2ac \cos \gamma}$		o – obvod A – obsah u_1, u_2 – úhlopříčka v_1, v_2 – výšky

Výpočtové vztahy pro obvody o a obsahy A rovinných útvarů Pokračování

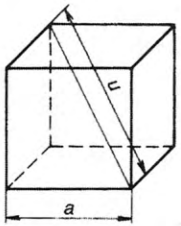
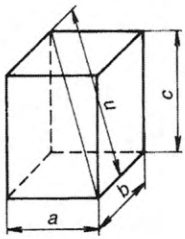
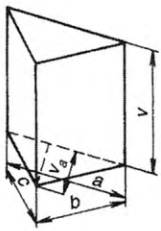
Útvar	Rovnice	Vyobrazení	Význam symbolů
Pravidelný mnohoúhelník	$o = na$ $\varphi = \frac{360}{n}$ $A = \frac{1}{2} nR^2 \sin \varphi = \frac{1}{2} nar$		o – obvod A – obsah n – počet stran φ – středový úhel R – poloměr opsané kružnice r – poloměr vepsané kružnice
Nepravidelný mnohoúhelník	$o = a + b + c + \ldots + n$ $A = A_1 + A_2 + A_3 + \ldots + A_{n-2}$ $n_u = \frac{n(n-3)}{2}$		o – obvod $A_1, A_2, \ldots, A_{n-2}$ – obsah nepřekrývajících se trojúhelníků n_u – počet úhlopříček Součet vnitřních úhlů $\alpha + \beta + \gamma \ldots = 180° (n-2)$
Trojúhelník	$o = a + b + c$ $A = \frac{1}{2} cv$ $v = a \sin \beta = b \sin \alpha$ $R = \frac{a}{2 \sin \alpha} = \frac{b}{2 \sin \beta} = \frac{c}{2 \sin \gamma}$ $r = \left(\frac{o}{2} - a\right) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ $\overline{TO} = \frac{v}{3}$		o – obvod A – obsah R – poloměr kružnice opsané r – poloměr kružnice vepsané v – výška $\overline{TO}$ – souřadnice těžiště
Pravoúhlý trojúhelník	$o = a + b + c$ $A = \frac{1}{2} ab$ $v = b \sin \alpha = a \sin \beta$ $R = \frac{c}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{a^2 + b^2}$ $r = \frac{1}{2}(a + b - c)$		o – obvod A – obsah R – poloměr kružnice opsané r – poloměr kružnice vepsané v – výška

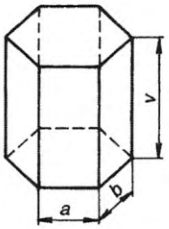
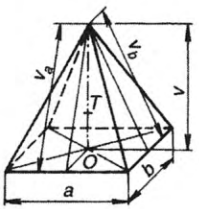
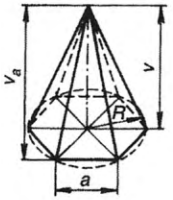
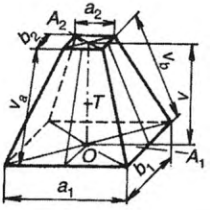
Útvar	Rovnice	Vyobrazení	Význam symbolů
Rovnoramenný trojúhelník	$o = c + 2a$ $A = \frac{1}{2}cv$ $v = a \sin \alpha$ $R = \frac{a^2}{2v}$ $r = \frac{c}{2}\sqrt{\frac{2a - c}{2a + c}}$		o – obvod A – obsah R – poloměr kružnice opsané r – poloměr kružnice vepsané v – výška
Rovnostranný trojúhelník	$o = 3a$ $A = \frac{\sqrt{3}}{4}a^2$ $v = \frac{\sqrt{3}}{2}a$ $R = \frac{\sqrt{3}}{3}a = \frac{2}{3}v$ $r = \frac{1}{2}R = \frac{1}{3}v$		o – obvod A – obsah R – poloměr kružnice opsané r – poloměr kružnice vepsané v – výška
Kruh	$o = 2\pi r = \pi d$ $A = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4}$		o – obvod A – obsah
Kruhový oblouk	$L = \frac{\pi}{180}r\alpha = r \operatorname{arc} \alpha$ $V = r - \frac{1}{2}\sqrt{4r^2 - t^2} =$ $= r\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right)$ $t = 2\sqrt{v(2r - v)} =$ $= 2r \sin\frac{\alpha}{2}$ $\overline{TO} = \frac{rt}{L} = r\frac{\sin \alpha}{\operatorname{arc} \alpha}$		L – délka oblouku t – tětiva $\overline{TO}$ – souřadnice těžiště

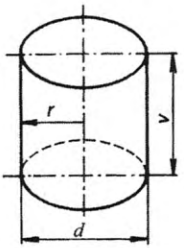
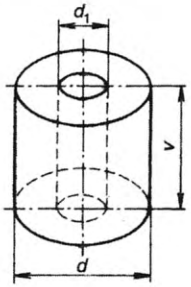
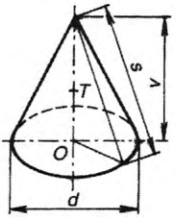
Výpočtové vztahy pro obvody o a obsahy A rovinných útvarů Pokračování

Útvar	Rovnice	Vyobrazení	Význam symbolů
Kruhová výseč	$o = 2r + \frac{\pi}{180} r\alpha$ $A = \frac{\pi r^2}{360}\alpha = \frac{1}{2} r^2 \operatorname{arc}\alpha$ $\overline{TO} = \frac{2}{3}\cdot\frac{rt}{L} = \frac{2}{3} r \frac{\sin\alpha}{\operatorname{arc}\alpha}$		o – obvod A – obsah $\overline{TO}$ – souřadnice těžiště t – tětiva L – délka oblouku
Kruhová úseč	$o = L + t = \frac{\pi d}{360}\alpha + d\sin\alpha$ $d = 2r$ $A = \frac{1}{2}[rL - t(r - v)] =$ $= \frac{1}{2} r^2(\operatorname{arc}\alpha - \sin\alpha)$ $\overline{TO} = \frac{t^3}{12A}$		o – obvod A – obsah $\overline{TO}$ – souřadnice těžiště t – tětiva L – délka oblouku
Výsek mezikruží	$L_1 = \pi r_1 \frac{\alpha}{360}$ $L_2 = \pi r_2 \frac{\alpha}{360}$ $A = \frac{\alpha\pi}{360}\cdot\frac{1}{4}(r_1^2 - r_2^2)$		A – obsah L_1, L_2 – – délka oblouku
Elipsa	$o = \pi\sqrt{2(a^2 + b^2)}$ $A = \pi ab$		A – obsah a, b = délky poloos

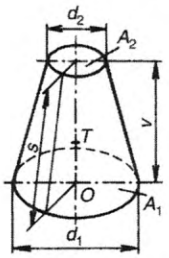
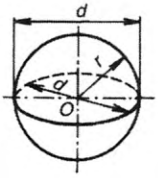
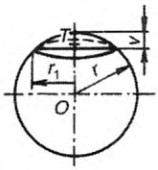
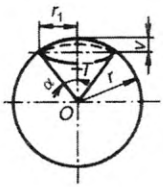
Výpočtové vztahy
pro objemy *V* a povrchy *P* prostorových útvarů

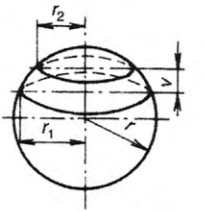
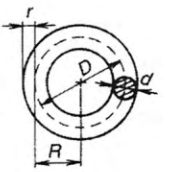
Útvar	Rovnice	Vyobrazení	Význam symbolů
Krychle	$P = 6a^2$ $V = a^3$ $u = a\sqrt{3}$		P – povrch V – objem u – úhlopříčka
Hranol, kvádr	$P = 2(ab + ac + bc)$ $V = abc$ $u = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$		P – povrch V – objem u – úhlopříčka
Klín	$P = v_a + v(a + b + c)$ $V = \frac{1}{2} a v_a v$		P – povrch V – objem v, v_a – výšky

Útvar	Rovnice	Vyobrazení	Význam symbolů
Hranol s mnoho-úhelníkovou podstavou	$P = 2A + Q$ $Q = ov$ $V = Av$		P – povrch V – objem A – obsah podstavy Q – obsah pláště o – obvod podstavy
Čtyřboký jehlan	$P = ab\left(1 + \frac{v_a}{a} + \frac{v_b}{b}\right)$ $v_a = \sqrt{v^2 + \frac{b^2}{4}}$ $v_b = \sqrt{v^2 + \frac{a^2}{4}}$ $V = \frac{1}{3}abv$ $\overline{TO} = \frac{v}{4}$		P – povrch V – objem v_a, v_b – výšky $\overline{TO}$ – souřadnice těžiště
Pravidelný víceboký jehlan	$P = \frac{1}{2}na(R + v_a)$ $V = \frac{1}{6}naRv$		P – povrch V – objem v_a – výška R – poloměr kružnice opsané n – počet stěn
Komolý jehlan	$P = a_1b_1 + a_2b_2 + Q$ $v_a = \sqrt{v^2 + \frac{1}{4}(a_1 - a_2)^2}$ $Q = v_a(a_1 + a_2) + v_b(b_1 + b_2)$ $v_b = \sqrt{v^2 + \frac{1}{4}(b_1 - b_2)^2}$ $V = \frac{1}{6}v[(2a_1 + a_2)b_1 + (2a_2 + a_1)b_2]$ $\overline{TO} = \frac{v}{4} \cdot \frac{A_1 + 2\sqrt{A_1A_2} + 3A_2}{A_1 + \sqrt{A_1A_2} + A_2}$		P – povrch V – objem Q – obsah pláště v_a, v_b – výšky $\overline{TO}$ – souřadnice těžiště A_1, A_2 – obsah základny

Útvar	Rovnice	Vyobrazení	Význam symbolů
Válec	$P = 2\pi r(r + v)$ $V = \pi r^2 v$ $Q = 2\pi r v$		P – povrch V – objem Q – obsah pláště
Dutý rotační válec	$P = 2A_p + Q$ $Q = \pi v(d + d_1)$ $V = \frac{1}{4}\pi v(d^2 + d_1^2)$		P – povrch V – objem Q – obsah pláště A_p – obsah základen
Kužel	$P = \frac{\pi d}{4}(d + 2s)$ $V = \frac{1}{12}\pi d^2 v = \frac{1}{3}\pi r^2 v$ $s = \sqrt{r^2 + v^2}$ $r = \frac{d}{2}$ $\overline{TO} = \frac{v}{4}$		P – povrch V – objem s – povrchová přímka $\overline{TO}$ – souřadnice těžiště

Výpočtové vztahy pro objemy V a povrchy P prostorových útvarů Pokračování

Útvar	Rovnice	Vyobrazení	Význam symbolů
Komolý kužel	$P = \frac{\pi}{4}(d_1^2 + d_2^2) + \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2)s$ $V = \frac{1}{12}\pi v(d_1^2 + d_1 d_2 + d_2^2)$ $s = \sqrt{\frac{(d_1 - d_2)}{4} + v^2}$ $\overline{TO} = \frac{v}{4} \cdot \frac{A_1 + 2\sqrt{A_1 A_2} + 3A_2}{A_1 + \sqrt{A_1 A_2} + A_2}$		P – povrch V – objem s – povrchová přímka $\overline{TO}$ – souřadnice těžiště
Koule	$P = \pi d^2$ $V = \frac{1}{6}\pi d^3 = \frac{4}{3}\pi r^3$		P – povrch V – objem
Kulová úseč	$P = \pi r_1^2 + 2\pi r v$ $V = \frac{1}{6}\pi v(3r_1^2 + v^2)$ $r = \frac{2r_1^2}{8v} + \frac{v}{2}$ $\overline{TO} = \frac{3}{4}\frac{(2r - v)^2}{3r - v}$		P – povrch V – objem $\overline{TO}$ – souřadnice těžiště
Kulová výseč	$P = 2\pi r v + \frac{1}{2}\pi r r_1$ $V = \frac{2}{3}\pi r^2 v$ $\overline{TO} = \frac{3}{8}r(1 + \cos\alpha) =$ $= \frac{3}{4}(r - \frac{v}{2})$		P – povrch V – objem $\overline{TO}$ – souřadnice těžiště

Útvar	Rovnice	Vyobrazení	Význam symbolů
Kulová vrstva	$P = \pi r_1^2 + \pi r_2^2 + 2\pi r v$ $V = \frac{1}{2}\pi v(r_1^2 + r_2^2 + v^2)$ $Q = 2\pi r v$		P – povrch V – objem Q – obsah pláště
Kruhový prstenec	$P = 4\pi^2 R r$ $V = 2\pi^2 R r^2$		P – povrch V – objem R – poloměr otáčení středu koule r – poloměr otáčející se koule

VELIČINY A JEDNOTKY

VELIČINY A JEDNOTKY

Výběr z ČSN ISO 80000-1
(01 1300)
Účinnost od 1. 8. 2011

Základní jednotky SI

Základní veličina	Základní jednotka SI	
	Název	Značka
délka	metr	m
hmotnost	kilogram	kg
čas	sekunda	s
elektrický proud	ampér	A
termodynamická teplota	kelvin	K
látkové množství	mol	mol
svítivost	kandela	cd

Odvozené a doplňkové jednotky SI

Odvozená veličina	Odvozená jednotka SI		
	Zvláštní název	Značka	Vyjádřená pomocí základních a odvozených jednotek SI
rovinný úhel	radián	rad	1 rad = 1 m/m = 1
prostorový úhel	steradián	sr	1 sr = 1 m^2/m^2 = 1
kmitočet	hertz	Hz	1 Hz = 1 s^{-1}
síla	newton	N	1 N = 1 kg.m/s^2
tlak, napětí	pascal	Pa	1 Pa = 1 N/m^2
energie, práce, tepelné množství	joule	J	1 J = 1 N.m
výkon, zářivý tok	watt	W	1 W = 1 J/s
elektrický náboj, elektrické množství	coulomb	C	1 C = 1 A.s
elektrický potenciál, potenciální rozdíl, napětí elektromotorické napětí	volt	V	1 V = 1 W/A
kapacita	farad	F	1 F = 1 C/V
elektrický odpor	ohm	Ω	1 Ω = 1 V/A
elektrická vodivost	siemens	S	1 S = 1 $Ω^{-1}$
magnetický tok	weber	Wb	1 Wb = 1 V.s
magnetická indukce	tesla	T	1 T = 1 W/m^2
indukčnost	henry	H	1 H = 1 Wb/A
Celsiova teplota	Celsiův stupeň[1])	°C	1 °C = 1 K
světelný tok	lumen	lm	1 lm = 1 cd.sr
osvětlení	lux	lx	1 lx = 1 lm/m^2

[1]) Celsiův stupeň je zvláštní název pro jednotku kelvin užívaný pro udávání Celsiovy teploty (viz ČSN ISO 80000-1).

Odvozené jednotky SI se zvláštními názvy, povolené pro ochranu lidského zdraví

Odvozená veličina	Odvozená jednotka SI		
	Zvláštní název	Značka	Vyjádření pomocí základních a odvozených jednotek SI
aktivita (radionuklidu)	becquerel	Bq	$1\ Bq = 1\ s^{-1}$
pohlcená dávka, měrná sdílená energie, kerma, index pohlcené dávky	gray	Gy	$1\ Gy = 1\ J/kg$
dávkový ekvivalent, index dávkového ekvivalentu	sievert	Sv	$1\ Sv = 1\ J/kg$

Dekadické násobky a díly jednotek SI

Činitel	Předpona		Činitel	Předpona	
	Název	Značka		Název	Značka
10^{24}	yotta	Y	10^{-1}	deci	d
10^{21}	zetta	Z	10^{-2}	centi	c
10^{18}	exa	E			
10^{15}	peta	P	10^{-3}	mili	m
			10^{-6}	mikro	μ
10^{12}	tera	T	10^{-9}	nano	n
10^{9}	giga	G	10^{-12}	piko	p
10^{6}	mega	M			
10^{3}	kilo	k	10^{-15}	femto	f
			10^{-18}	atto	a
10^{2}	hekto	h	10^{-21}	zepto	z
10	deka	da	10^{-24}	yokto	y

Normalizované předpony pro velké nebo malé číselné hodnoty

Jednotky používané s SI, jejichž hodnoty v jednotkách SI byly získány pokusně:

Veličina	Jednotka		
	Název	Značka	Definice
energie	elektronvolt	eV	Elektronvolt je kinetická energie, kterou získá elektron při průchodu potenciálním rozdílem 1 V ve vakuu: $1\ eV \approx 1{,}602\ 177 \times 10^{-19}\ J$
hmotnost	unifikovaná atomová hmotnostní jednotka	u	Unifikovaná atomová hmotnostní jednotka se rovná (1/12) hmotnosti atomu nuklidu ^{12}C: $1\ u \approx 1{,}660\ 540 \times 10^{-27}\ kg$

Jednotky, které nejsou součástí SI, ale byly uznány CIMP*) pro používání spolu s SI:

Jednotky používané spolu s SI

Veličina	Jednotka		
	Název	Značka	Definice
čas	minuta hodina den	min h d	1 min = 60 s 1 h = 60 min 1 d = 24 h
rovinný úhel	stupeň minuta vteřina	° ′ ″	1° = (π/180) rad 1′ = (1/60)° 1″ = (1/60)′
objem	litr	l, L[1])	1 l = 1 dm^3
hmotnost	tuna[2])	t	1 t = 10^3 kg

[1]) Obě značky pro litr mají stejné postavení. CIPM provede průzkum rozvoje používání obou značek, aby se zjistilo, zda lze jednu z nich potlačit.

[2]) V angličtině se též nazývá metrická tuna (metric ton)

Řecká abeceda (stojaté a skloněné písmo)

alfa	A	α	*A*	*α*	ný	N	ν	*N*	*ν*
béta	B	β	*B*	*β*	xí	Ξ	ξ	*Ξ*	*ξ*
gamma	Γ	γ	*Γ*	*γ*	omikron	O	o	*O*	*o*
delta	Δ	δ	*Δ*	*δ*	pí	Π	π, ϖ	*Π*	*π*, *ϖ*
epsilon	E	ε, ϵ	*E*	*ε*, *ϵ*	ró	P	ϱ, ρ	*P*	*ϱ*, *ρ*
dzéta	Z	ζ	*Z*	*ζ*	sigma	Σ	σ	*Σ*	*σ*
éta	H	η	*H*	*η*	tau	T	τ	*T*	*τ*
théta	Θ	ϑ, θ	*Θ*	*ϑ*, *θ*	ypsilon	Y	υ	*Y*	*υ*
ióta	I	ι	*I*	*ι*	fí	Φ	δ, ϕ	*Φ*	*δ*, *ϕ*
kappa	K	ϰ, κ	*K*	*ϰ*, *κ*	chí	X	χ	*X*	*χ*
lambda	Λ	λ	*Λ*	*λ*	psí	Ψ	ψ	*Ψ*	*ψ*
mí	M	μ	*M*	*μ*	ómega	Ω	ω	*Ω*	*ω*

*) CIPM (Comité International des Poids et Mesures) — Mezinárodní komise pro váhy a míry

VELIČINY A JEDNOTKY

Výběr z ČSN ISO 80000-3
(01 1300)
Účinnost od 1. 5. 2007

Prostor a čas

Veličiny				
Položka číslo	Název	Značka	Definice	Poznámky
3-1.1 (*1-3.1*)	délka	l, L	délka je jedna ze sedmi základních veličin v Mezinárodní soustavě jednotek ISQ, na níž je SI založena	Délka je veličina, která se často měří měrkou.
3-1.2 (*1-3.2*)	šířka	b, B		Značka H se často používá k označení nadmořské výšky, tj. výšky nad úrovní hladiny moře.
3-1.3 (*1-3.3*)	výška	h, H		
3-1.4 (*1-3.4*)	tloušťka	d, δ		
3-1.5 (*1-3.5*)	poloměr	r, R		
3-1.6 (—)	vzdálenost od osy, osová vzdálenost	r_Q, ρ		Q značí osu, od které se měří vzdálenost od osy.
3-1.7 (*1-3.6*)	průměr	d, D		
3-1.8 (*1-3.7*)	délka dráhy dráha	s		
3-1.9 (*1-3.8*)	vzdálenost	d, r		
3-1.10 (*1-3.9*)	kartézská souřadnice	x, y, z		
3-1.11 (—)	polohový vektor	r		
3-1.12 (—)	posunutí	Δr		
3-1.13 (*1-3.10*)	poloměr křivosti	ρ		
3-2 (*1-4*)	křivost	κ	$\kappa = 1/\rho$, kde ρ je poloměr křivosti (3-1.13)	
3-3 (*1-5*)	plocha obsah plochy	A, (S)	$A = \iint \mathrm{d}x\,\mathrm{d}y$, kde x a y jsou kartézské souřadnice (3-1.10)	Vektorový povrchový element plochy $\mathrm{d}A$ se zapisuje $\mathbf{e}_n\,\mathrm{d}A$, kde $\mathbf{e}_n$ je jednotkový vektor kolmý k povrchu $A = \int \mathrm{d}A$ Pro skalární povrchový element $\mathrm{d}A$ se někdy používá značka $\mathrm{d}\tau$.
3-4 (*1-6*)	objem	V	$V = \iiint \mathrm{d}x\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z$, kde x a y a z jsou kartézské souřadnice (3-1.10)	$V = \int \mathrm{d}V$ Pro objemový element $\mathrm{d}V$ se někdy používá značka $\mathrm{d}\tau$.

Jednotky				
Položka číslo	Název	Mezinárodní značka	Definice	Převodní činitele a poznámky
3-1a	metr	m	délka dráhy proběhnuté světlem ve vakuu za dobu 1/299 792 458 s [17 . CGPM (1983)]	Z této definice plyne, že rychlost světla ve vakuu 6-34.2 je přesně 299 792 458 m/s V anglické definici metru je použita formulace "time interval" jako synonymum pro "duration" (3-7). Přesto je třeba se vyhnout používání time interval" namísto "duration". ángström (Åa); 1 Å = 10^{-10} m námořní míle, 1 námořní míle = 1 852 m
3-2.a	metr na minus první	m^{-1}		
3-3.a	čtverečný metr	m^2		ar (a), 1 a = 100 m^2 Jednotka ar a její násobek hektar (ha) se užívají v zemědělství.
3-4.a	krychlový metr	m^3		
3-4.b	litr	l, L	1 l = 10^{-3} m^3 = 1 dm^3	V roce 1979 přijala CGPM velké písmeno *L* jako druhou značku pro jednotku litr, třebaže není odvozen od vlastního jména. V mezinárodních normách se používá jako značka pouze malé písmeno *l*.

3-5 (*1-1*)	úhel, rovinný úhel	α, β, γ, ϑ, φ	$\alpha = s/r$, kde s je délka (3-1.8) oblouku kružnice sevřeného jejími dvěma poloměry a r je poloměr kružnice (3-1.5)	Užívají se i jiné značky. Viz též otáčka (3-14).
3-6 (*1-2*)	prostorový úhel	Ω	$\Omega = A/r^2$ kde A je obsah plochy (3-3) vymezené na povrchu koule kuželem s vrcholem ve středu koule a r je poloměr koule (3-1.5)	
3-7 (*1-7*)	čas, doba, doba trvání	t	čas je jedna ze sedmi základních veličin Mezinárodní soustavy veličin ISQ, na níž je založena SI	Čas je veličina, která se často měří chronometrem
3-8.1 (*1-10*)	vektor rychlosti, rychlost	$\boldsymbol{v}$, u, v, w	$\boldsymbol{v} = \mathrm{d}\boldsymbol{r}/\mathrm{d}t$, kde $\boldsymbol{r}$ je polohový vektor (3-1.11) a t je čas (3-7)	Není-li použita obecná značka $\boldsymbol{v}$ pro vektor rychlosti, mohou se použít u, v, w pro jeho složky. V angličtině se velikost $= \lvert \boldsymbol{v} \rvert$ vektoru rychlosti (*velocity*) $\boldsymbol{v}$ obvykle nazývá rychlost (*speed*).
3-8.2 (*1-10*)	rychlost šíření vln	c		Značka c se používá pro rychlost šíření vln k odlišení od jiných druhů rychlostí.
3-9.1 (*1-11.1*)	zrychlení	$\boldsymbol{a}$	$\boldsymbol{a} = \mathrm{d}\boldsymbol{v}/\mathrm{d}t$, kde $\boldsymbol{v}$ je rychlost (3-8.1) a t je čas (3-7)	
3-9-2 (*1-11.2*)	tíhové zrychlení	$\boldsymbol{g}$		Normální tíhové zrychlení: $g_n = 9{,}806\ 65\ \mathrm{m/s^2}$. Viz 3. CGPM (1901).
3-10 (*1-8*)	úhlová rychlost	$\boldsymbol{\omega}$, ω	$\boldsymbol{\omega} = \mathrm{d}\boldsymbol{\varphi}/\mathrm{d}t$, kde $\boldsymbol{\varphi}$ je rovinný úhel (3-5) a t je čas (3-7)	Vektor $\boldsymbol{\omega}$ směřuje podél osy otáčení v tom směru, pro nějž otáčení probíhá kladném směru.

3-5.a	radián	rad	1 rad = 1 m/m = 1	Viz úvod, 0.3.2 Radián je úhel mezi dvěma poloměry kružnice, které na ní vytínají oblouk o délce rovné poloměru kružnice.
3-5.b	stupeň, (úhlový stupeň)	°	1° = (π/180) rad	Viz úvod, 0.3.2. Mezi číselnou hodnotou a kterou-koli z těchto značek jednotek v horním indexu není mezera. Desetinnému dělení stupně dáváme přednost před minutami a vteřinami. Značka jednotky se pak umístí za poslední desetinnou číslici zápisu číselné hodnoty. PŘÍKLAD Pišeme raději 17,25° než 17° 15′
3-5.c	minuta, (úhlová minuta)	′	1′ = (1/60)°	
3-5.d	vteřina, (úhlová vteřina)	″	1″ = (1/60)′	
3-5.e	gon	gon	1 gon = (π/200) rad	V navigaci se přesto ještě používá minuta.
3-6.a	steridián	sr	1 sr = 1 m^2/m^2 = 1	Viz úvod, 0.3.2. Steridián je prostorový úhel kužele, který vytíná na povrchu koule se středem ve vrcholu kužele plochu o obsahu rovném ploše čtverce o stranách rovných poloměru koule.
3-7.a	sekunda	s	doba trvání 9 192 631 770 period záření odpovídajícího přechodu mezi dvěma velmi jemnými hladinami základního stavu atomu cesia 133 [13. CGPM (1967)]	Pro zápis data a časových údajů viz ISO 8601. Podle ISO 8601 se časové údaje zapisují jako v následujících příkladech: rok-měsíc-den: 1935-12-04 hodina-minuta-sekunda: 09:30:35
3-7.b	minuta	min	1 min = 60 s	
3-7.c	hodina	h	1 h = 60 min = = 3 600 s	
3-7.d	den	d	1 d = 24 h = = 86 400 s	
3-8.a	metr za sekundu	m/s		
3-8.b	kilometr za hodinu	km/h		1 km/h = (1/3,6) m/s ≈ 0,277 777 778 m/s uzel (knot, kn). 1 kn = 1 námořní míle za hodinu = (1 852/3 600) m/s 0,514 444 m/s
3-9.a	metr za sekundu na druhou	m/s^2		
3-10.a	radián za sekundu	rad/s		Pro jiné jednotky než radián, viz 3-5.b, c, d, e

				Kladný směr odpovídá směru otáčení hodinových ručiček. Viz též frekvence otáčení (3-15.2).
3-11 (*1-9*)	úhlové zrychlení	α	$\alpha = \mathrm{d}\omega/\mathrm{d}t$, kde ω je úhlová rychlost (3-10) a t je čas (3-7)	
3-12 (*2-1*)	perioda, doba kmitu	T	doba jednoho cyklu	
3-13 (*2-2*)	časová konstanta	τ, (T)	závisí-li veličina na čase podle vztahu $F(t) = A = B\,\mathrm{e}^{-t/\tau}$ kde t je čas (3-7) a A a B jsou konstanty, pak τ je časová konstanta	Zde je časová konstanta použita pro exponenciálně proměnnou veličinu Jsou i jiné časové konstanty.
3-14 (—)	otáčka, závit	N	$N = \varphi/2\pi$, kde φ je rovinný úhel (3-5)	N je rovno počtu (nikoli nutně celistvému) otáček, např. otáčejícího se tělesa nebo počtu závitů cívky. *NÁRODNÍ POZNÁMKA* Název otáčka (3-14) je univerzální. Název závit se užívá např. pro elektrická vinutí, mechanické pružiny apod.
3-15.1 (*2-3.1*) 3-15.2 (*2-3.2*)	kmitočet frekvence frekvence otáčení	f, ν n	$f = 1/T$, kde T je perioda (3-12) $n = \mathrm{d}N/\mathrm{d}t$, kde N je počet otáček (3-14) a t je čas (3-7)	*NÁRODNÍ POZNÁMKA* ν je řecké písmeno „ný“. $n = \omega/2\pi$ kde $\boldsymbol{\omega}$ je úhlová rychlost (3-10).
3-16 (*2-4*)	úhlový kmitočet úhlová frekvence pulzatance	ω	$\omega = 2\pi f$, kde f je kmitočet (3-15.1)	
3-17 (*2-5*)	vlnová délka	λ	vzdálenost ve směru šíření sinusoidální vlny mezi dvěma následujícími body, jejichž fáze se v daném okamžiku liší o 2π (viz poznámku u 3-25)	
3-18 (*2-6*)	vlnočet (vlnové číslo)	σ, $\tilde{\nu}$	$\sigma = 1/\lambda$, kde λ je vlnová délka (3-17)	Vektor $\boldsymbol{k}$ odpovídající 3-19 se všeobecně nazývá vlnový vektor. Také vektor $\boldsymbol{\sigma}$ se někdy nazývá vlnový vektor.
3-19 (*2-7*)	úhlový vlnočet (úhlové vlnové číslo)	k, k	$k = 2\pi\sigma$, kde σ je vlnočet (3-18)	V angličtině se má užívat název „repetency“ a „angular repetency“ namísto „wavenumber“ a „angular wavenumber“, protože tyto veličiny nejsou čísla. Obdobně je tomu v češtině. *NÁRODNÍ POZNÁMKA* ν je řecké písmeno „ný“.
3-20.1 (*2-8.1*) 3-20.2 (*2-8.2*)	fázová rychlost úhlová frekvence pulzatance grupová rychlost	c, v c_φ, v_φ c_g, v_g	$c = \dfrac{\omega}{k}$, kde ω je úhlový kmitočet (3-16) a k je úhlový vlnočet (3-19) $c_g = \dfrac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}k}$, kde je úhlový kmitočet (3-16) a k je úhlový vlnočet (3-19)	Pracuje-li se současně i s rychlostmi elektromagnetických vln i s jinými rychlostmi, používá se c pro první a v pro druhý případ. Fázovou rychlost lze vyjádřit i vztahem $c = \lambda f$.

3-11.a	radián za sekundu na druhou	rad/s^2		Pro jiné jednotky než rádián, viz 3-5.b, c, d, e.
3-12.a	sekunda	s		
3-13.a	sekunda	s		
3-14.a	jedna	1		Viz úvod, 0.3.2. Zvláštní název otáčka, značka r, pro tuto jednotku se často užívá ve specifikacích točivých strojů.
3-15.a	hertz	Hz	1 Hz = 1 s^{-1}	
3-15.b	sekunda na mínus první	s^{-1}		Jednotka otáčka za sekundu, značka r/s, a otáčka za minutu, značka r/min, se často užívá ve specifikacích točivých strojů (viz též 3-14.a).
3-16.a 3-16.b	radián za sekundu sekunda na mínus první	rad/s s^{-1}		Viz úvod, 0.3.2.
3-17.a	metr	m		ångström (Å), 1 Å = 10^{-10} m
3-18.a	metr na mínus první	m^{-1}		Ve spektroskopii se všeobecně používá násobek cm^{-1}, 1 cm^{-1} = = 100 m^{-1}.
3-19.a 3-19.b	radián na metr metr na mínus první	rad/m m^{-1}		Viz úvod, 0.3.2.
3-20.a	metr za sekundu	m/s		

Jednotky, vycházející ze stopy, libry a sekundy a některé jiné jednotky

Užívání těchto jednotek se nedoporučuje.

Číslo položky veličiny	Název	Číslo položky jednotky	Název a značka jednotky	Převodní činitele a poznámky
3-1	délka	3-1.B.a	palec, zast. coul (inch): in	1 in = 25,4 mm Tuto definici přijaly zákonem USA v roce 1959 (vyhláška U.S. Dept. of Commerce, National Bureau of Standards, F. R. Doc. 59-5442 d.d 1959-06-30) a Spojené Království v roce 1963 (Weight and Measures Act, 1963). Názvy „mil" nebo „thou" se někdy užívají pro označení „milli-inch".
		3-1.B.b	stopa (foot): ft	1 ft = 12 in = 0,304 8 m US Survey foot je definována jako 1 US Survey foot = $\frac{1\,200}{3\,937}$ m = $\frac{0{,}3048\ \text{m}}{0{,}999\,998} \approx 0{,}3048006\ \text{m}$
		3-1.B.c	yard: yd	1 yd = 3 ft = 36 in = 0,914 4 m
		3-1.B.d	míle (mile): mi	1 mi = 1 760 yd = 5 280 ft = 1 609,344 m Tato míle se také nazývá „statut mile" 1 US Survey mile = 5 280 US Survey foot = 1 609,347 m
3-3	plocha, plošný obsah	3-3.B.a	čtverečný palec (square inch): in^2	1 in^2 = 645,16 mm^2 Někdy se užívá „kruhový míč" (circular mil) pro označení plochy $(\pi/4) \times 10^{-6}$ $in^2 \approx 506{,}707$ μm^2
		3-3.B.b	čtverečná stopa (sqare foot): ft^2	1 ft^2 = 0,092 903 04 m^2
		3-3.B.c	čtverečný yard (square yard): yd^2	1 yd^2 = 0,836 127 36 m^2
		3-3.B.d	čtverečná míle (square mile)	1 square mile ≈ 2,589 988 km^2 1 US Survey square mile ≈ 2,589 998 km^2 1 square mile = 840 acres
		3-3.B.e	akr (acre)	1 acre = 4 840 yd^2 ≈ 4 046,856 m^2 1 US Survey acre ≈ 4 046,873 m^2
3-4	objem	3-4.B.a	krychlový palec (cubic inch): in^3	1 in^3 = 16,387 064 cm^3
		3-4.B.b	krychlová stopa (cubic foot): ft^3	1 ft^3 ≈ 28,316 85 dm^3
		3-4.B.c	krychlový yard (cubic yard): yd^3	1 yd^3 ≈ 0,764 554 9 m^3 Běžně se užívají zkratky cu in, cu ft a cu yd.
		3-4.B.d	gallon (UK): gal (UK)	1 gal (UK) = 277,420 in^3 ≈ 4,546 099 dm^3 ≈ 1,200 95 gal (US)
		3-4.B.e	pinta (pint (UK)): pt (UK)	1 pt (UK) = (1/8) gal (UK) ≈ 0,568 261 25 dm^3 ≈ 1,200 95 liq pt (US)

		3-4.B.f	fluid ounce (UK): ft oz (UK)	1 fl oz (UK) := (1/160) gal (UK) ≈ 28,413 06 cm^3 ≈ 0,960 760 fl oz (US)
		3-4.B.g	bushel (UK): bushel (UK)	1 bushel (UK) := 8 gal (UK) ≈ 36,368 72 dm^3 ≈ 1,032 06 bu (US)
		3-4.B.h	gallon (US): gal (US)	1 gal (US) := 231 in^3 ≈ 3,785 412 dm^3 ≈ 0,832 674 gal (UK)
		3-4.B.i	liquid pint (US): liq pt (US)	1 liq pt (US) := (1/8) gal (US) ≈ 0,473 176 5 dm^3 ≈ 0,832 674 pt (UK)
		3-4.B.j	fluid once (UK): fl oz (UK)	1 fl oz (US) := (1/128) gal (US) ≈ 29,573 53 cm^3 ≈ 1,040 84 fl oz (UK)
		3-4.B.k	barrel (US) for petroleum: bbl (US)	1 bbl (US) := 42 gal (US) ≈ 9 702 in^3 ≈ 158,987 3 dm^3 ≈ 34,972.3 gal (UK)
		3-4.B.l	bushel (US): bu (US)	1 bu (US) ≈ 2 150,42 in^3 ≈ 35.239 07 dm^3 ≈ 0,968 939 bushel (UK)
		3-4.B.m	dry pint (US): dry pt (US)	1 dry pt (US) := (1/64) bu (US) ≈ 0,550 610 5 dm^3 ≈ 0,968 939 pt (UK)
		3-4.B.n	dry barrel (US): bbl (US)	1 bbl (US) (dry) := 7 056 in^3 ≈ 115,627 1 dm^3
3-8	rychlost	3-8.B.a	stopa za sekundu (foot per second): ft/s	1 ft/s = 0,304 8 m/s
		3-8.B.b	míle za hodinu (mile per hour): m/h	1 mi/h = 0,447 04 m/s
3-9	zrychlení	3-9.B.a	stopa za sekundu na druhou (foot per second squared): ft/s^2	1 ft/s^2 = 0,304 8 m/s^2

VELIČINY A JEDNOTKY V MECHANICE

Značka	Veličina	Jednotka	Značka	Veličina	Jednotka
A	plošný obsah,	m^2	s	délka dráhy,	m, mm
	tažnost	%		tloušťka	
a	zrychlení	$m.s^{-2}$	T	termodynamická	K
b	šířka	m, mm		teplota,	
c	součinitel	1		doba kmitu	s
	vzpěrnosti,		t	Celsiova teplota,	°C
	měrná tepelná	$J.kg^{-1}.K^{-1}$		čas,	s
	kapacita			tloušťka	m, mm
D, d	průměr	m, mm	U	deformační energie	J
E	modul pružnosti v tahu,	Pa, MPa	V	objem	m^3, mm^3
	energie	J, kJ	v	rychlost	$m.s^{-1}$
F	síla	N, kN	W	práce	J
f	frekvence,	hertz	W_k	průřezový modul	m^3, mm^3
	kmitočet			v krutu	
μ	součinitel tření	1	W_o	průřezový modul	m^3, mm^3
G	modul pružnosti	Pa, MPa		v ohybu	
	ve smyku		y	průhyb	mm
g	tíhové zrychlení	$m.s^{-2}$	Z	tažnost	%
H, p	hybnost	$kg.m.s^{-1}$	α	tvarový součinitel	1
h	výška	m, mm		úhel	rad, °
I	impuls síly,	N.s	α_1	teplotní součinitel	K^{-1}
	moment setrvačnosti	$kg.m^2$		délkové roztažnosti	
I_a, I	kvadratický	m^4, mm^4	β	teplotní součinitel	K^{-1}
	moment průřezu			objemové roztažnosti,	
i	převod,	1		vrubový součinitel	1
	převodový poměr		γ	zkos	
J_k	moment tuhosti	m^4, mm^4	δ	vůle mezi závity	mm
	v krutu		Δl	prodloužení	mm
k	bezpečnost,	1	ΔT, Δt	teplotní rozdíl	K, °C
	lineární tuhost	$N.mm^{-1}$	ε	úhlové zrychlení	$rad.s^{-2}$
l	délka	m, mm	η	účinnost	1
L	točivost	$kg.m^2.s^{-1}$	ϑ	zkrut,	1
M	moment síly	N.m, N.mm		teplota	K, °C
M_k	krouticí moment	N.m, N.mm	λ	štíhlost prutu,	1
m	hmotnost	kg, t		měrná tepelná	$W.m^{-1}.K^{-1}$
n	otáčky	s^{-1}		vodivost	
P	výkon	W, kW	μ	Poissonovo číslo	1
p	tlak	Pa, MPa	ϱ	hustota	$kg.m^{-3}$, $kg.l^{-1}$
q	délkové zatížení	$N.m^{-1}$	σ	normálové napětí	Pa, MPa
R	poloměr	m, mm	τ	smykové napětí	Pa, MPa
R_m	pevnost	Pa, MPa	φ	úhel zkroucení	rad
r	poloměr	m, mm	ω	úhlová rychlost,	$rad.s^{-1}$
S	průřez	m^2, mm^2		úhlová frekvence	s^{-1}

Tabulky převodních vztahů

Převodní vztahy mezi jednotkami délky

Jednotka	Značka	km	m	dm	cm	mm	μm
kilometr	km	1	10^3	10^4	10^5	10^6	10^9
metr	m	10^{-3}	1	10	10^2	10^3	10^6
decimetr	dm	10^{-4}	10^{-1}	1	10	10^2	10^5
centimetr	cm	10^{-5}	10^{-2}	10^{-1}	1	10	10^4
milimetr	mm	10^{-6}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1	10^3
mikrometr	μm	10^{-9}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	1

Jednotka	Značka	Převod
astronomická jednotka	UA (AU)	$\doteq 1{,}498 \cdot 10^8$ km
parsek	pc	$\doteq 30{,}857 \cdot 10^{12}$ km
světelný rok*)	ly	$\doteq 9{,}480\,5 \cdot 10^{12}$ km
mezinárodní námořní míle (international nautical mile)	naut. mi.	1,852 km

*) jednotka speciální

Jednotka*)	Značka	Převod
angström	Å	10^{-10} m
jednotka X	X	$1{,}002 \cdot 10^{-13}$ m
fermi	fm	10^{-15} m

*) Tyto jednotky se v ČR již nepoužívají.

Převodní vztahy mezi metrickými jednotkami plošného obsahu

Jednotka	Značka	km^2	ha	a	m^2	dm^2	cm^2	mm^2
čtverečný kilometr	km^2	1	10^2	10^4	10^6	10^8	10^{10}	10^{12}
hektar	ha	10^{-2}	1	10^2	10^4	10^6	10^8	10^{10}
ar*)	a	10^{-4}	10^{-2}	1	10^2	10^4	10^6	10^8
čtverečný metr	m^2	10^{-6}	10^{-4}	10^{-2}	1	10^2	10^4	10^6
čtverečný decimetr	dm^2	10^{-8}	10^{-6}	10^{-4}	10^{-2}	1	10^2	10^4
čtverečný centimetr	cm^2	10^{-10}	10^{-8}	10^{-6}	10^{-4}	10^{-2}	1	10^2
čtverečný milimetr	mm^2	10^{-12}	10^{-10}	10^{-8}	10^{-6}	10^{-4}	10^{-2}	1

*) není povolen v soustavě SI

Převodní vztahy mezi násobky a díly jednotky hmotnosti

Jednotka	Značka	t	q	kg	dag	g	dg	cg	mg	µg	ng	pg
tuna	t	1	10	10^3	10^5	10^6	*)	*)	*)	*)	*)	*)
metrický cent**)	q	10^{-1}	1	10^2	10^4	10^5	*)	*)	*)	*)	*)	*)
kilogram	kg	10^{-3}	10^{-2}	1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^9	10^{12}	10^{15}
dekagram	dag	10^{-5}	10^{-4}	10^{-2}	1	10	10^2	10^3	10^4	10^7	10^{10}	10^{13}
gram	g	10^{-6}	10^{-5}	10^{-3}	10^{-1}	1	10	10^2	10^3	10^6	10^9	10^{12}
decigram	dg	*)	*)	10^{-4}	10^{-2}	10^{-1}	1	10	10^2	10^5	10^8	10^{11}
centigram	cg	*)	*)	10^{-5}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1	10	10^4	10^7	10^{10}
miligram	mg	*)	*)	10^{-6}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1	10^3	10^6	10^9
mikrogram	µg	*)	*)	10^{-9}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	1	10^3	10^6
nanogram	ng	*)	*)	10^{-12}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-3}	1	10^3
pikogram	pg	*)	*)	10^{-15}	10^{-13}	10^{-12}	10^{-11}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	1

*) přepočet se v praxi nepoužívá
**) jednotka není platná v soustavě SI

Převodní vztahy mezi metrickými jednotkami objemu

Jednotka	Značka	m^3	hl	dm^3, l	dl	cl	cm^3, ml	mm^3
krychlový metr	m^3	1	10	10^3	10^4	10^5	10^6	10^9
hektolitr	hl	10^{-1}	1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^8
krychlový decimetr, litr	dm^3, l	10^{-3}	10^{-2}	1	10	10^2	10^3	10^6
decilitr	dl	10^{-4}	10^{-3}	10^{-1}	1	10	10^2	10^5
centilitr	cl	10^{-5}	10^{-4}	10^{-2}	10^{-1}	1	10	10^4
krychlový centimetr, mililitr	cm^3 ml	10^{-6}	10^{-5}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1	10^3
krychlový milimetr	mm^3	10^{-9}	10^{-8}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	1

Převodní vztahy mezi jednotkami času

Jednotka	Značka	d	h	min	s
den	d	1	24	1 440	86 400
hodina	h	0,041 667	1	60	3 600
minuta	min	$0{,}944\,44 \cdot 10^{-4}$	0,016 667	1	60
sekunda	s	$1{,}157\,404 \cdot 10^{-5}$	$2{,}777\,78 \cdot 10^{-4}$	0,016 667	1

Převodní vztahy mezi vybranými jednotkami rychlosti

Jednotka	Značka	$cm \cdot s^{-1}$	$m \cdot s^{-1}$	$m \cdot h^{-1}$	$km \cdot h^{-1}$
centimetr za sekundu	$cm \cdot s^{-1}$	1	10^{-2}	$3{,}6 \cdot 10$	$3{,}6 \cdot 10^{-2}$
metr za sekundu	$m \cdot s^{-1}$	10^2	1	$3{,}6 \cdot 10^3$	3,6
metr za hodinu	$m \cdot h^{-1}$	$2{,}777\,78 \cdot 10^{-2}$	$2{,}777\,78 \cdot 10^{-4}$	1	10^{-3}
kilometr za hodinu	$km \cdot h^{-1}$	27,777 8	0,277 778	10^3	1
mezinárodní uzel (international knot)	kn	51,444 4	0,514 444	1 852	1,852

Převodní vztahy dříve používanými násobky jednotky síly a jednotkou síly v SI soustavě

Jednotka	Značka	p	kp	Mp	N
pond	p	1	10^{-3}	10^{-6}	$9{,}806\,65 \cdot 10^{-3}$
kilopond	kp	10^{3}	1	10^{-3}	9,806 65
megapond	Mp	10^{6}	10^{3}	1	$9{,}806\,65 \cdot 10^{3}$
newton	N	$0{,}101\,972 \cdot 10^{3}$	0,101 972	$0{,}101\,972 \cdot 10^{-3}$	1

Převodní vztahy mezi některými násobky jednotky tlaku v SI soustavě

Jednotka	Značka	MPa	kPa	hPa	Pa
megapascal	MPa	1	10^{3}	10^{4}	10^{6}
kilopascal	kPa	10^{-3}	1	10	10^{3}
hektopascal*)	hPa	10^{-4}	10^{-1}	1	10^{2}
pascal	Pa	10^{-6}	10^{-3}	10^{-2}	1

*) Jednotka používaná v metereologii místo milibaru

Převodní vztahy pro přepočet různých teplotních stupnic

Převod teploty ve °C na teplotu ve °F

$$t_{(°C)} = \frac{5}{9}(t_{(°F)} - 32)$$

Převod teploty ve °C na teplotu v K

$$t_{(°C)} = T_{(K)} - 273{,}15$$

Převod teploty ve °C na teplotu ve °R

$$t_{(°C)} = \frac{5}{4} t_{(°R)}$$

Převod teploty ve °F na teplotu ve °C

$$t_{(°C)} = \frac{9}{5} t_{(°C)} + 32$$

Převod teploty ve K na teplotu ve °C

$$t_{(K)} = t_{(°C)} + 273{,}15$$

Převod teploty ve °R na teplotu ve °C

$$t_{(°R)} = \frac{4}{5} t_{(°C)}$$

Pro názornost:
0 °C = 0 °R = 32 °F = 273,15 K
100 °C = 60 °R = 212 °F = 273,15 K

Vliv teploty a tlaku na objem

Při konstantním tlaku	Tlak p = konst. ⇩ Se vzrůstající teplotou se zvětšuje objem $\frac{T_1}{T_2} = \frac{V_1}{V_2}$
Při konstantním objemu	Objem V = konst. ⇩ Se vzrůstající teplotou se zvětšuje tlak $\frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1}{p_2}$
Při konstantním teplotě	Teplota T = konst. ⇩ Se vzrůstající teplotou se zmenšuje objem $\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}$

Převodní vztahy mezi jednotkami tlaku v SI soustavě a některými dříve používanými jednotkami

Jednotka	Značka	atm	bar	kp . m^{-2}	kp . cm^{-2} (at)	kp . mm^{-2}	Torr	mm H_2O	Pa
normální (fyzikální) atmosféra	atm	1	1,013 250	1,033 227 . 10^4	1,033 227	1,033 227 . 10^{-2}	760	1,033 227 . 10^4	1,013 25 . 10^5
bar	bar	0,986 923	1	1,019 716 . 10^4	1,019 716	1,019 716 . 10^{-2}	750,062	0,010 197 2	10^5
kilopond na čtverečný metr	kp . m^{-2}	0,987 841 . 10^{-4}	0,098 066 5 . 10^{-3}	1	10^{-4}	10^{-6}	7,355 59 . 10^{-2}	1,000 028	9,806 65
kilopond na čtverečný centimetr	kp . cm^{-2} (at)*)	0,987 841	0,980 665	10^4	1	10^{-2}	7,355 59 . 10^2	$\doteq 10^4$	9,806 85 . 10^4
kilopond na čtverečný milimetr	kp . mm^{-2}	0,987 841 . 10^2	9,806 65 . 10	10^6	10^2	1	7,355 59 . 10^4	$\doteq 10^6$	9,806 85 . 10^6
torr	Torr	1,315 79 . 10^{-3}	1.333 22 . 10^{-3}	1,359 510 . 10	1,359 51 . 10^{-3}	1,359 51 $^{-5}$	1	1,359 548 . 10	133,322 4
milimetr vodního sloupce	mm H_2O	0,967 814 . 10^{-4}	0,098 066 . 10^{-3}	0,999 972	$\doteq 10^{-4}$	$\doteq 10^{-6}$	7,355 38 . 10^{-2}	1	9,808 380
pascal	Pa	9,869 23 . 10^{-6}	10^{-5}	0,101 971 6	0,101 971 6 . 10^{-4}	0,101 971 6 . 10^{-6}	7,500 62 . 10^{-3}	0,101 975 4	1

*) technická atmosféra

Převodní vztahy mezi dříve používanými jednotkami energie a práce a jednotkami v SI soustavě

Jednotka	Značka	J	kJ	MJ	kW . h	kp . m	p . cm	k . h	erg
joule	J	1	10^{-3}	10^{-6}	2,777 8 . 10^{-7}	0,101 971 6	1,019 716 . 10^4	3,776 727 . 10^{-7}	10^7
kilojoule	kJ	10^3	1	10^{-3}	2,777 8 . 10^{-4}	101,971 6	1,019 716 . 10^7	3,776 727 . 10^{-4}	10^{10}
megajoule	MJ	10^6	10^3	1	0,277 78	1,019 716 . 10^5	1,019 716 . 10^{10}	0,377 672 7	10^{13}
kilowatthodina	kW . h	3,6 . 10^6	3 600	3,6	1	3,670 978 . 10^5	3,670 978 . 10^{10}	1,359 622	3,6 . 10^{13}
kilopondmetr	kp . m	9,806 65	9,806 65 . 10^{-3}	9,806 65 . 10^{-6}	2,724 069 $^{-6}$	1	10^5	3,703 704 . 10^{-6}	9,806 65 . 10^7
pondcentimetr	p . cm	9,806 65 . 10^{-5}	9,806 65 . 10^{-8}	9,806 65 . 10^{-11}	2,724 069 . 10^{-11}	10^{-5}	1	3,703 704 . 10^{-11}	980,665
kůňhodina	k . h	2,647 796 . 10^6	2 647,796	2,647 796	0,735 499	2,7 . 10^{-5}	2,7 . 10^{-10}	1	2,647 796 . 10^{13}
erg	erg	10^{-7}	10^{-10}	10^{-13}	2,777 8 . 10^{-14}	1,019 716 . 10^{-8}	1,019 716 . 10^{-3}	3,776 727 . 10^{-14}	1

Převodní vztahy mezi jednotkami práce a energie odvozenými z joule a watthodiny

Jednotka	Značka	J	kJ	MJ	GJ	TJ	W . h	kW . h	MW . h	GW . h
joule	J	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	2,777 78 . 10^{-4}	2,777 78 . 10^{-7}	2,777 78 . 10^{-10}	2,777 78 . 10^{-13}
kilojoule	kJ	10^{3}	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	2,777 78 . 10^{-1}	2,777 78 . 10^{-4}	2,777 78 . 10^{-7}	2,777 78 . 10^{-10}
megajoule	MJ	10^{6}	10^{3}	1	10^{-3}	10^{-6}	2,777 78 . 10^{4}	2,777 78 . 10^{-1}	2,777 78 . 10^{-4}	2,777 78 . 10^{-7}
gigajoule	GJ	10^{9}	10^{6}	10^{3}	1	10^{-3}	2,777 78 . 10^{5}	2,777 78 . 10^{2}	2,777 78 . 10^{-1}	2,777 78 . 10^{-4}
tgerajoule	TJ	10^{12}	10^{9}	10^{6}	10^{3}	1	2,777 78 . 10^{8}	2,777 78 . 10^{5}	2,777 78 . 10^{2}	2,777 78 . 10^{-1}
watthodina	W . h	3,6 . 10^{3}	3.6	3,6 . 10^{-3}	3,6 . 10^{-6}	3,6 . 10^{-9}	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}
kilowatthodina	kW . h	3,6 . 10^{6}	3,6 . 10^{3}	3,6	3,6 . 10^{-3}	3,6 . 10^{-6}	10^{3}	1	10^{-3}	10^{-6}
megawatthodina	MW . h	3,6 . 10^{9}	3,6 . 10^{6}	3,6 . 10^{3}	3,6	3,6 . 10^{-3}	10^{6}	10^{3}	1	10^{-3}
gigawatthodina	GW . h	3,6 . 10^{12}	3,6 . 10^{9}	3,6 . 10^{6}	3,6 . 10^{3}	3,6	10^{9}	10^{6}	10^{3}	1

Převodní vztahy dříve používaných jednotek a jednotek v SI soustavě

Jednotka	Značka	W	kW	kp . m . s^{-1}	k	kcal . h^{-1}	erg . s^{-1}
watt	W	1	10^{-3}	0,101 971 6	1,359 622 . 10^{-3}	0,859 845	10^{7}
kilowatt	kW	10^{3}	1	101,971 6	1,359 622	859,845	10^{10}
kilopondmetr za sekundu	kp . m . s^{-1}	9,806 65	9,806 65 . 10^{-3}	1	1,333 33 . 10^{-2}	8,432 16	9,806 65 . 10^{7}
kůň	k	735,499	0,735 499	75	1	632,41	7,354 99 . 10^{9}
kilokalorie za hodinu	kcal . h^{-1}	1,163 0	1,163 0 . 10^{-3}	0,118 593	1,581 26 . 10^{-3}	1	1,163 0 . 10^{7}
erg za sekundu	erg . s^{-1}	10^{-7}	10^{-10}	1,019 716 $^{-8}$	1,359 622 . 10^{-10}	8,598 45 . 10^{-8}	1

MECHANIKA

PASIVNÍ ODPORY – TŘENÍ

Součinitele smykového tření

Materiál třecích ploch	Za klidu μ_0		Za pohybu μ	
	suché	mazáno	suché	mazáno
ocel – ocel	0,15 až 0,20	0,10 až 0,12	0,10 až 0,20	0,03 až 0,09
ocel – litina	0,20 až 0,30	0,13 až 0,27	0,17 až 0,18	0,05 až 0,10
ocel – bronz	0,11 až 0,15	0,10 až 0,20	0,10 až 0,15	0,005 až 0,008
litina – litina	0,25	0,16 až 0,18	0,15	0,07 až 0,15
litina – bronz	0,25	0,08	0,15 až 0,20	0,07 až 0,15
bronz – bronz	0,25	0,10 až 0,11	0,20	0,06 až 0,12
kůže – litina	0,30 až 0,60	0,12 až 0,15	0,40 až 0,60	0,12 až 0,15
pryž – asfalt	0,50 až 0,70	–	0,60 až 0,80	0,10 až 0,15
ferodo – litina	0,60 až 0,70	–	0,20 až 0,40	–
ferodo – ocel	–	–	0,50 až 0,60	0,30 až 0,50
tvrzená tkanina – ocel	–	–	0,25 až 0,40	0,03 až 0,12
polyamid – ocel	–	–	0,20 až 0,45	0,04 až 0,20
polyvinylchlorid – ocel	–	–	0,60	–

Hodnoty součinitelů smykového tření jsou jen přibližné, protože značně závisejí na provozních podmínkách a jakosti obrobených ploch

Součinitele čepového tření

Materiál třecích ploch	Součinitel $\mu_č$
ocel – ocel (nekaleno)	0,05 až 0,06
ocel – litina	0,04 až 0,05
kalená ocel – bronz	0,003 až 0,005
litina – bronz	0,045 až 0,05
ocel – kompozice	0,01 až 0,015

Hodnoty platí pro dobře zaběhané čepy, dobře mazané minerálním olejem a s jemným obrobením stykových ploch

Součinitele vláknového tření

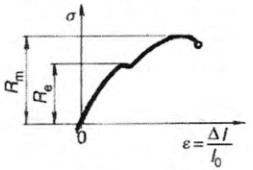
Úhel opásání α										
rad	1,57	2,09	2,62	3,14	3,66	4,18	4,71	5,23	5,75	6,28
(°)	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Součinitel μ	Hodnoty součinitele $e^{\alpha\mu}$									
0,10	1,17	1,23	1,30	1,36	1,44	1,52	1,61	1,69	1,78	1,87
0,15	1,26	1,36	1,48	1,61	1,73	1,87	2,03	2,19	2,36	2,56
0,20	1,36	1,52	1,69	1,87	2,08	2,31	2,57	2,85	3,16	3,51
0,25	1,48	1,69	1,92	2,19	2,50	2,85	3,25	3,70	4,22	4,81
0,30	1,61	1,87	2,19	2,57	3,00	3,51	4,11	4,81	5,63	6,59
0,35	1,73	2,08	2,50	3,00	3,61	4,33	5,20	6,25	7,51	9,02
0,40	1,87	2,31	2,85	3,51	4,33	5,34	6,59	8,12	10,01	12,35
0,45	2,03	2,57	3,25	4,11	5,20	6,59	8,34	10,55	13,35	16,90
0,50	2,19	2,85	3,70	4,81	6,25	8,12	10,55	13,71	17,81	23,14
0,60	2,57	3,51	4,81	6,59	9,02	12,35	16,90	23,14	31,68	43,38

Odpor při valení

Materiál stykových ploch	Rameno valivého odporu ξ (mm)
nekalená ocel – nekalená ocel	0,05 až 0,06
kalená ocel – kalená ocel (valivá ložiska)	0,001 až 0,005
litina – litina	0,005 až 0,006
ocelové kolo – kolejnice	0,4 až 0,5
pneumatika – beton	1,5 až 2,5
pneumatika – asfalt	2,5 až 4,5

PRUŽNOST A PEVNOST

Hookův zákon $\sigma = E\varepsilon,$



$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

kde σ – napětí
ε – poměrné prodloužení
E – modul pružnosti v tahu
R_m – pevnost v tahu
R_e – výrazná mez skluzu
F – zatěžující síla

Základní pevnostní rovnice pro prosté namáhání

Druh namáhání	Pevnostní rovnice	Relativní změna tvaru
tah	$\sigma_D \geqq \frac{F}{A}$	$\frac{\Delta l}{l} = \frac{F}{EA}$
tlak	$\sigma_{Dk} \geqq \frac{F}{A}$	$\frac{\Delta l}{l} = \frac{F}{EA}$
smyk	$\tau_{Ds} \geqq \frac{F}{A}$	$\frac{\Delta l}{l} = \frac{F}{GA}$
ohyb	$\tau_{Do} \geqq \frac{M_o}{W_o}$	$\frac{1}{\varrho} = \frac{M_o}{EI}$
krut	$\tau_{Dk} \geqq \frac{M_k}{W_k}$	$\frac{\varphi}{l} = \vartheta = \frac{M_k}{GI_p}$

Moduly pružnosti v tahu E, ve smyku G a Poissonova čísla μ

Materiál	E (10^5 MPa)	G (10^4 MPa)	μ (1)
tažená ocel	1,90 až 2,15	8 až 8,5	0,3
ocel na odlitky	1,95 až 2,00	8 až 8,1	0,3
žíhaná ocel	1,70 až 1,80	7,5 až 7,6	0,3
šedá litina	0,80 až 1,25	3,0 až 5,5	0,25
kalená ocel	1,80 až 1,86	7,0 až 8,5	0,3
ocel do 5 % Ni	2,00 až 2,05	8,2 až 8,4	0,29
ocel do 25 % Ni	1,80 až 1,86	7,8 až 8,2	0,29
bronz	0,85 až 1,20	4,0 až 4,1	0,31
mosaz	0,90 až 1,00	3,0 až 4,5	0,3 až 0,4
hliník	0,60 až 0,75	2,3 až 2,7	0,34
dřevo	0,09 až 0,20	0,03 až 0,06	0,30

Vzpěrná pevnost přímých prutů

Oblast pružného vzpěru

K porušení stability dochází v pružné oblasti, tj. napětí od zatěžujících sil leží pod mezí úměrnosti σ_u materiálu prutu. Podmínka:

$$\lambda = \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_u}} \geqq \lambda_m .$$

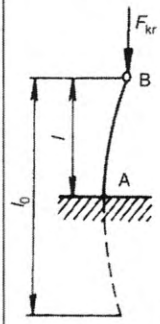
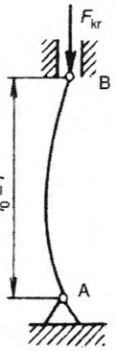
Mezní štíhlost λ_m se určí z tabulky na str. 50.

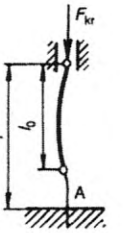
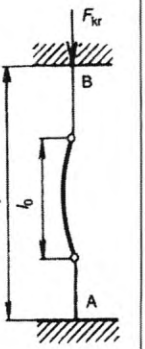
Eulerovy vztahy pro výpočet vzpěrné pevnosti jsou v tabulce. Napětí na mezi vzpěrné pevnosti (kritické napětí):

$$\sigma_{kr} = \frac{F_{kr}}{A} < \sigma_u , \qquad \text{kde } A \text{ je plocha průřezu prutu.}$$

Eulerovy vztahy pro vzpěrnou pevnost

Kritická síla $F_{kr} = \dfrac{\pi^2 E I_{min}}{l_0^2}$ (N)

Způsob uložení		Redukovaná délka prutu	Kritická síla
Jeden konec upnutý, druhý volný		$l_0 = 2l$	$F_{kr} = \dfrac{\pi^2 E I_{min}}{4l^2}$
Oba konce kloubově uložené		$l_0 = l$	$F_{kr} = \dfrac{\pi^2 E I_{min}}{l^2}$

Způsob uložení		Redukovaná délka prutu	Kritická síla
Jeden konec upnutý, druhý vedený v ose tyče		$l_0 = \dfrac{l}{\sqrt{2}}$	$F_{kr} = \dfrac{2\pi^2 E I_{min}}{l^2}$
Oba konce upnuté		$l_0 = \dfrac{l}{2}$	$F_{kr} = \dfrac{4\pi^2 E I_{min}}{l^2}$

Oblast nepružného vzpěru

Vzorce uvedené v tabulce platí pro napětí od meze úměrnosti do meze kluzu. Podmínka:

$$\lambda < \lambda_m = \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_u}}.$$

Kritická síla: $F_{kr} = \sigma_{kr} \cdot A$.

Dovolená zatěžující síla: $F = \frac{F_{kr}}{k_v}$, kde k_v je součinitel bezpečnosti.

Materiál		Mez pevnosti R_m (MPa)	Mez kluzu R_e (MPa)	Tetmajerova–Jasinského rovnice σ_{kr} (MPa)	Rozsah platnosti λ od	Rozsah platnosti λ do	Kontrola na prostý tlak pro λ menší než
Litina		780	–	$776 - 12\lambda + 0{,}053\lambda^2$	0	80	–
Ocel	11 373	370 ÷ 450	200 ÷ 250	$289 - 0{,}82\lambda$	60	100	60
	11 500	500 ÷ 620	260 ÷ 290	$335 - 0{,}62\lambda$	60	100	60
Ocel tř. 17		500 ÷ 750	380 ÷ 420	$589 - 3{,}82\lambda$	0	86	22
Dřevo jehličnaté – rovnoběžné s vlákny		28	–	$29{,}3 - 0{,}194\lambda$	0	100	–
Dřevo bukové a dubové – rovnoběžné s vlákny		40	–	$37{,}5 - 0{,}275\lambda$	0	100	–

Výpočet pomocí součinitele vzpěrnosti

Výpočet lze použít pouze pro příhradové konstrukce. **Pozor:** výpočet není použitelný pro běžné strojní součásti! Součinitel vzpěrnosti c určíme z tabulky na str. 50. Dovolená zatěžující síla:

$$F \leqq \frac{A \cdot \sigma_{Dt}}{c}, \qquad \text{kde } \sigma_{Dt} \text{ je dovolené napětí v tlaku.}$$

Pro $\lambda < 20$ se zatížení prutu počítá podle vzorců pro zatížení prutu tlakem.

Doporučení: pro nosné části konstrukcí z ocelí 10 004, 11 373 a 11 453 má být $\lambda \leqq 200$, z ocele 11 523 má být $\lambda \leqq 160$, z litiny $\lambda \leqq 100$, při stavbě mostů $\lambda \leqq 150$

Dovolené napětí při různých způsobech zatížení

Zatížení	Součinitel
I statické	–
II míjivé	c_{II}
III střídavé	c_{III}

Hodnoty bezpečnosti

Materiál	Bezpečnost k
ocel	1,7 až 2
šedá litina	4,0 až 5
ocel kalená	2,5 až 4
hliník a jeho slitiny	8,0 až 10
dřevo	6,0 až 12
beton	4,0 až 8

Hodnoty bezpečnosti k jsou uvedeny pro statické zatížení, jejich volba závisí na druhu zařízení, pro které je materiál použit. (V konstrukci letadel může klesnout k až na 1,05.)

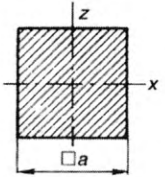
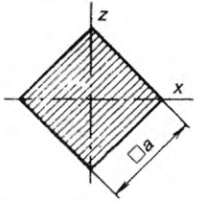
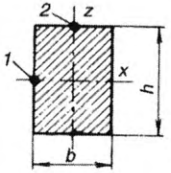
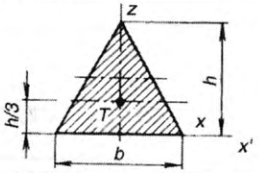
Součinitele snížení napětí podle způsobu zatížení

Materiál	c_{II}	c_{III}
oceli 11 343 až 11 500	0,85	0,65
oceli 11 600 až 11 700	0,75	0,60
oceli legované	0,70	0,45
šedá litina	0,75	0,50
oceli na odlitky	0,75	0,50
mosazi a bronzy	0,60	0,35
lehké neželezné kovy a jejich slitiny	0,65	0,50

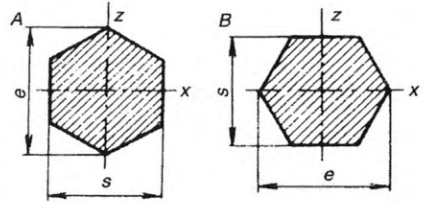
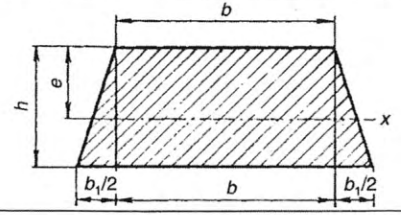
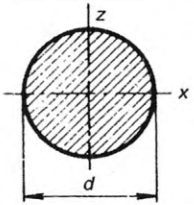
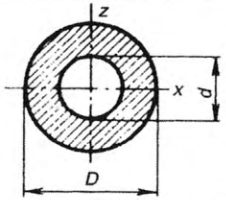
Součinitele α, β a γ pro krut obdélníkových průřezů

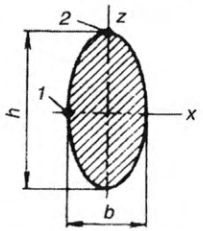
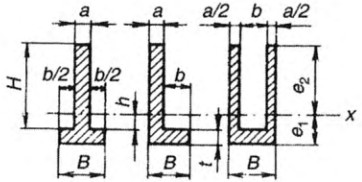
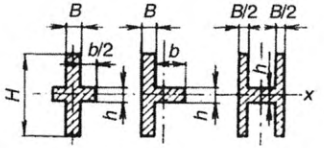
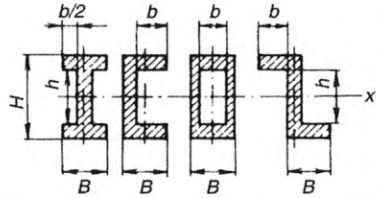
$\frac{h}{b}$	1	1,2	1,5	2	3	5	10	∞
α	0,208	0,219	0,231	0,246	0,267	0,291	0,312	0,333
β	0,208	0,196	0,18	0,155	0,118	0,078	0,042	–
γ	0,141	0,166	0,196	0,229	0,263	0,291	0,312	0,333

Výpočtové vztahy
pro plochy A, kvadratické momenty I_x, polární momenty I_p a průřezové moduly v ohybu W_o a v krutu W_k běžných průřezů

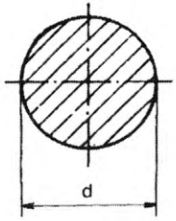
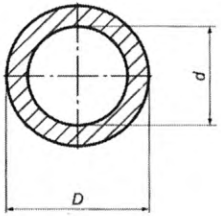
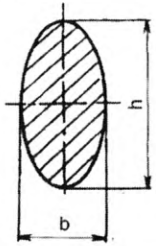
Průřez	A	I_x	W_o	$I_p(I_k)$	W_k
	a^2	$\frac{a^4}{12}$	$\frac{a^3}{6}$	$I_k = 0{,}141a^4$	$0{,}208a^3$
	a^2	$\frac{a^4}{12}$	$\frac{a^3\sqrt{2}}{12} \doteq$ $\doteq 0{,}118a^3$	—	—
	bh	$I_x = \frac{bh^3}{12}$ $I_z = \frac{hb^3}{12}$	$W_{ox} = \frac{bh^2}{6}$ $W_{oz} = \frac{hb^2}{6}$	$I_k = \gamma b^3 h$	$W_{k1} = \alpha b^2 h$ $W_{k2} = \beta h^2 b$
	$\frac{bh}{2}$	$I_x = \frac{bh^3}{36}$ $I_{x'} = \frac{bh^3}{12}$	$W_x = \frac{bh^2}{24}$ $W_{x'} = \frac{b^2h}{12}$	—	—

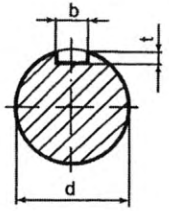
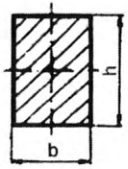
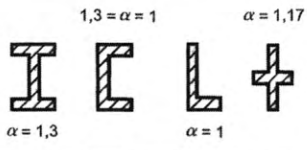
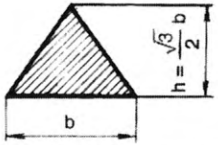
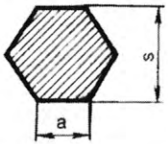
Výpočtové vztahy pro plochy A, kvadratické momenty I_x, polární momenty I_p a průřezové moduly v ohybu W_o a v krutu W_k běžných průřezů Pokračování

Průřez	A	I_x	W_o	$I_p(I_k)$	W_k
	$\frac{3\sqrt{3}}{8} e^2 \approx$ $\approx 0{,}65e^2$	$0{,}04e^4 \approx$ $\approx 0{,}06s^4$	A: $0{,}068e^3$ B: $0{,}078e^3 \approx$ $\approx 0{,}12s^3$	$0{,}015s^4$	$0{,}189s^3$
	$\frac{2b + b_1}{2} h$	$\frac{6b^2 + 6bb_1 + b_1^2}{36(2b + b_1)} h^3$	$\frac{6b^2 + 6bb_1 + b_1^2}{12(3b + 2b_1)} h^2$	–	–
	$\frac{\pi d^2}{4}$	$\frac{\pi d^4}{64}$	$\frac{\pi d^3}{32} = 0{,}1d^3$	$\frac{\pi d^4}{32}$	$\frac{\pi d^3}{16} \doteq 0{,}2d^3$
	$\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$	$\frac{\pi}{64}(D^4 - d^4)$	$\frac{\pi}{32}\frac{D^4 - d^4}{D} \doteq$ $\doteq 0{,}1\frac{D^4 - d^4}{D}$	$\frac{\pi}{32}(D^4 - d^4)$	$\frac{\pi}{16}\frac{D^4 - d^4}{D} \doteq$ $\doteq 0{,}2\frac{D^4 - d^4}{D}$

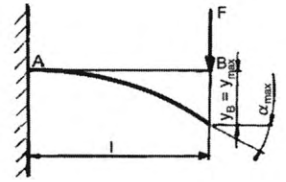
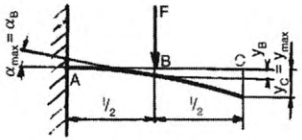
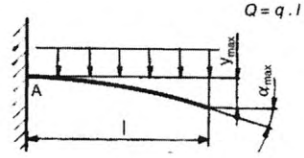
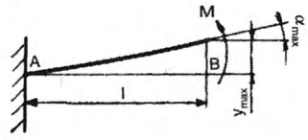
Průřez	A	I_x	W_o	$I_p(I_k)$	W_k
	$\frac{\pi}{4}bh$	$\frac{\pi}{64}bh^3$	$\frac{\pi}{32}bh^2 \doteq$ $\doteq 0{,}1bh^2$	$\frac{\pi}{16}\frac{b^3h^3}{b^2+h^2}$	$W_{k1}=\frac{\pi}{16}b^2h$ $W_{k2}=\frac{\pi}{16}bh^2$
	$aH + bt$	$\frac{1}{3}(Be_1^3 -$ $- bh^3 + ae^3)$ $e_1=\frac{aH^2+bt^2}{2(aH+bt)}$ $e_2 = H - e_1$	$W_{o1}=\frac{I_x}{e_1}$ $W_{o2}=\frac{I_x}{e_2}$	–	–
	$BH + bh$	$\frac{BH^3+bh^3}{12}$	$\frac{BH^3+bh^3}{6H}$	–	
	$BH - bh$	$\frac{BH^3-bh^3}{12}$	$\frac{BH^3-bh^3}{6H}$	–	–

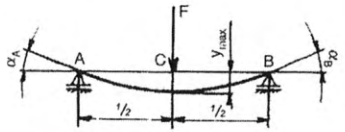
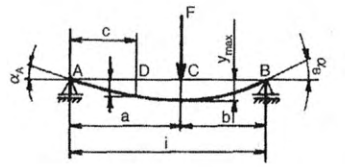
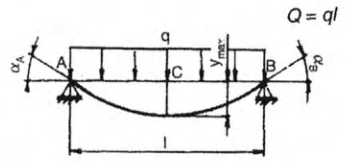
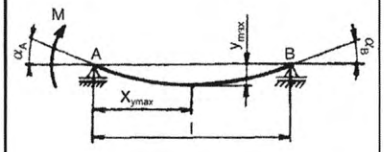
Výpočtové vztahy
pro maximální tečné napětí τ_{max} a jeho působiště, úhly zkroucení a momenty tuhosti v kruhu I_k

Průřez	τ_{max} (MPa)	Působiště	φ (rad)	I_k (mm^4)
	$\frac{M_k}{\frac{\pi}{16}d^3} \doteq \frac{M_k}{0{,}2d^3}$	obvod	$\frac{M_k l}{GI_p}$	–
$\alpha = \frac{d}{D}$ 	$\frac{M_k D}{0{,}2(D^4 - d^4)} \doteq$ $\doteq \frac{M_k}{0{,}2D^3(1-\alpha^4)}$	vnější obvod	$\frac{M_k l}{GI_p}$	–
$n = \frac{h}{b}$ 	$\frac{M_k}{0{,}2b^2h} \doteq \frac{M_k}{0{,}2b^3n}$	na konci malé poloosy	$\frac{M_k l}{GI_k}$	$\frac{\pi}{16}\frac{h^3b^3}{h^2+b^2} \doteq$ $\doteq 0{,}2\frac{n^3b^4}{n^2+1}$

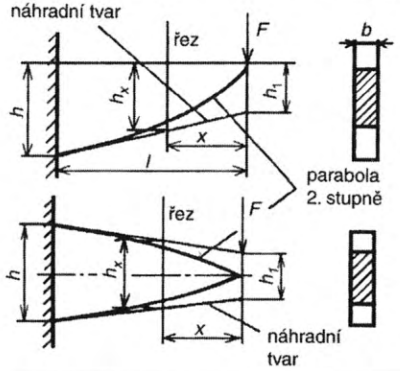
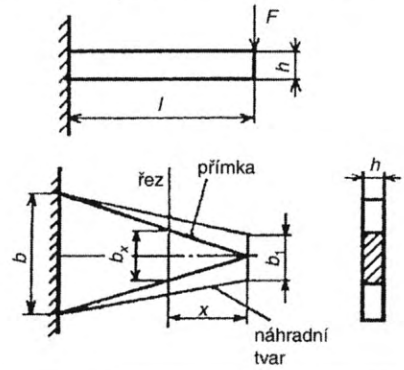
	$\dfrac{M_k}{\dfrac{\pi d^3}{16} - \dfrac{bt(d-t)^2}{2d}}$	–	–	–
	$\dfrac{M_k}{\alpha b^2 h} \doteq \dfrac{M_k(3h + 1{,}8b)}{b^2h^2}$	uprostřed delší strany uprostřed kratší strany $\tau_k = \beta\tau_{max}$	$\dfrac{M_k l}{GI_k}$	$\gamma b^3 h \approx \dfrac{b^5 h}{3{,}6(a^2 + h^2)}$
	průřezy jsou složeny z obdélníků o rozměrech b a t $\dfrac{M_k t_{max}}{\frac{1}{3}\alpha \sum_1^n bt^3}$	uprostřed obdélníka s největší šířkou t_{max}	$\dfrac{M_k l}{GI_k}$	$\dfrac{1}{3}\alpha \sum_1^n bt^3$
	$\dfrac{20M_k}{b_3} \doteq \dfrac{13M_k}{h_3}$	τ_{max} – uprostřed stran $\tau = 0$ – v rozích	$\dfrac{M_k l}{GI_k}$	$\dfrac{\sqrt{3}\,.\,b^4}{80} = \dfrac{\sqrt{3}\,.\,h^4}{45}$
	$\dfrac{M_k}{0{,}981a^3} = \dfrac{M_k}{0{,}189s^3}$	τ_{max} – uprostřed stran $\tau = 0$ – v rozích	$\dfrac{M_k l}{GI_k}$	$1{,}039a^4 \doteq 0{,}115s^4$

Vetknuté nosníky a nosníky o dvou podpěrách (reakce, maximální ohybové momenty, úhly natočení průřezu a průhyby)

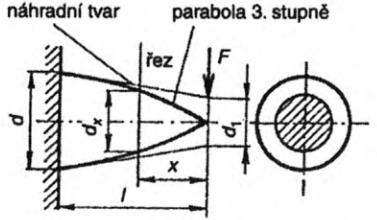
Druh nosníku	Reakce a maximální ohybové momenty	Úhel natočení průřezu α (rad)	Velikost průhybu y (mm)
	$F_{rA} = \lvert F \rvert$ $M_{o\,max} = Fl$	$\alpha_A = 0$ $\alpha_{max} = \alpha_B = \dfrac{Fl^2}{2EI}$	$y_{max} = y_B = \dfrac{Fl^3}{3EI}$
	$F_{rA} = \lvert F \rvert$ $M_{o\,max} = \dfrac{Fl}{2}$	$\alpha_A = 0$ $\alpha_C = \alpha_B = \alpha_{max}$ $\alpha_{max} = \dfrac{Fl^2}{8EI}$	$y_C = \dfrac{Fl^3}{24EI}$ $y_{max} = y_C = \dfrac{5Fl^3}{48EI}$
	$F_{rA} = \lvert ql \rvert$ $M_{o\,max} = \dfrac{ql^2}{2}$	$\alpha_A = 0$ $\alpha_{max} = \alpha_B$ $\alpha_{max} = \dfrac{ql^3}{6EI} = \dfrac{Ql^2}{6EI}$	$y_{max} = y_B$ $y_B = \dfrac{ql^4}{8EI} = \dfrac{Ql^3}{8EI}$
	$F_{rA} = 0$ $M_{o\,max} = M_B$	$\alpha_A = 0$ $\alpha_{max} = \alpha_B = \dfrac{Ml}{EI}$	$y_{max} = y_B = \dfrac{Ml^2}{2EI}$

Druh nosníku	Reakce a maximální ohybové momenty	Úhel natočení průřezu α (rad)	Velikost průhybu y (mm)
	$F_{rA} = F_{rB} = \left\lvert\frac{F}{2}\right\rvert$ $M_{o\,max} = \frac{Fl}{4}$	$\alpha_A = \alpha_B = \frac{Fl^2}{16EI}$	$y_{max} = y_C = \frac{Fl^3}{48EI}$
	$F_{rA} = \left\lvert\frac{Fb}{l}\right\rvert$ $F_{rB} = \left\lvert\frac{Fa}{l}\right\rvert$ $M_{o\,max} = \frac{Fab}{l}$	$\alpha_A = \frac{Fl^2}{6EI}\left(\frac{b}{l} - \frac{b^3}{l^3}\right)$ $\alpha_B = \frac{Fl^2}{6EI}\left(\frac{2b}{l} + \frac{b^3}{l^3} - \frac{3b^3}{l^2}\right)$	$y_{max} = y_C = \frac{Fa^2b^2}{3EIl}$ $y_{DF} = \frac{Fac}{6EIl}[b(b + 2a) - c^2)]$
	$F_{rA} = F_{rB} = \left\lvert\frac{ql}{2}\right\rvert$ $M_{o\,max} = \frac{ql^2}{8}$	$\alpha_A = \alpha_B$ $\alpha_B = \frac{ql^3}{24EI} = \frac{Ql^2}{24EI}$	$y_{max} = y_C$ $y_C = \frac{5ql^4}{384EI} = \frac{5Ql^3}{384EI}$
	$F_{rA} = F_{rB} = \left\lvert\frac{M_A}{l}\right\rvert$ $M_{o\,max} = M_A$	$\alpha_A = \frac{M_A l}{3EI}$; $\alpha_B = \frac{M_A l}{6EI}$ Působí-li M_A i M_B: $\alpha_{AM} = \frac{(2M_A + M_B)\,l}{6EI}$ $\alpha_{BM} = \frac{(M_A + 2M_B)\,l}{6EI}$	$y_{max} = 0{,}064\,2\,\frac{M_A l^2}{EI}$ $x_{y_{max}} = 0{,}422l$

Vetknuté nosníky stejné pevnosti (maximální ohybové momenty a rozměry nosníků)

Druh zatížení	$M_{o\,max}$	Rozměry nosníku
Nosník o konstantní šířce b a proměnné výšce h_x:		
	$M_{o\,max} = Fl = \frac{1}{6} bh^2\sigma_{Do}$	$h = \sqrt{\frac{6Fl}{b\sigma_{Do}}}$ $h_x = \sqrt{\frac{6Fx}{b\sigma_{Do}}}$ $h_1 = \frac{h}{2}$
Nosník o konstantní výšce h a proměnné šířce b_x:		
	$M_{o\,max} = Fl = \frac{1}{6} bh^2\sigma_{Do}$	$b = \frac{6Fl}{h^2\sigma_{Do}}$ $b_x = \frac{6Fx}{h^2\sigma_{Do}}$ $b_1 = \frac{3F}{3h\tau_{Ds}}$

Nosník kruhového průřezu s proměnným průměrem d_x:



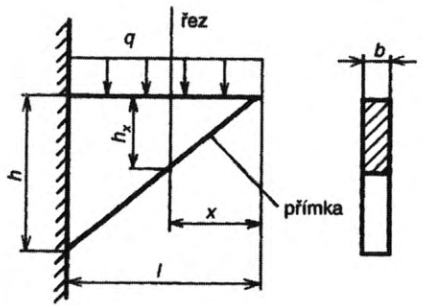
$$M_{o\,max} = Fl = 0{,}1d^3\sigma_{Do}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{10Fl}{\sigma_{Do}}}$$

$$d_x = \sqrt[3]{\frac{10Fx}{\sigma_{Do}}}$$

$$d_1 = \frac{2}{3}d$$

Nosník konstantní šířky b se spojitým zatížením:

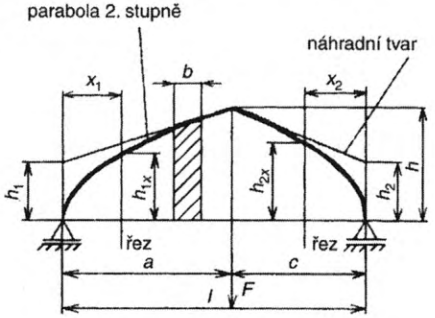
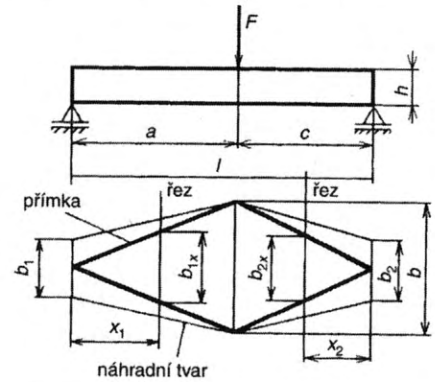


$$M_{o\,max} = \frac{ql^2}{2} = \frac{1}{6}bh^2\sigma_{Do}$$

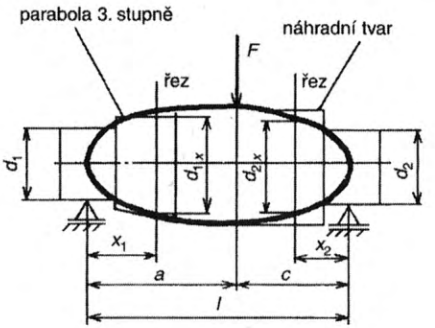
$$h = l\sqrt{\frac{3q}{b\sigma_{Do}}}$$

$$h_x = x\sqrt{\frac{3q}{b\sigma_{Do}}}$$

Nosníky stejné pevnosti o dvou podpěrách (maximální ohybové momenty a rozměry nosníků)

Druh zatížení	$M_{o\,max}$	Rozměry nosníku
Nosník o konstantní šířce b a proměnné výšce h_x:		
	$M_{o\,max} = \frac{Fac}{l} = \frac{1}{6} bh^2 \sigma_{Do}$	$h = \sqrt{\frac{6Fac}{bl\sigma_{Do}}}$ $h_{x1} = \sqrt{\frac{6Fcx_1}{bl\sigma_{Do}}}$ $h_{x2} = \sqrt{\frac{6Fax_2}{bl\sigma_{Do}}}$ $h_1 = h_2 = \frac{h}{2}$
Nosník o konstantní výšce h a proměnné šířce b_x:		
	$M_{o\,max} = \frac{Fac}{l} = \frac{1}{6} bh^2 \sigma_{Do}$	$b = \frac{6Fac}{lh^2\sigma_{Do}}$ $b_{x1} = \frac{6Fcx_1}{lh^2\sigma_{Do}}$; $b_{x2} = \frac{6Fax_2}{lh^2\sigma_{Do}}$ $b_1 = \frac{3Fa}{2lh\tau_{Ds}}$; $b_2 = \frac{3Fc}{2lh\tau_{Ds}}$

Nosník kruhového průřezu s proměnným průměrem d_x:



$$M_{o\,max} = \frac{Fac}{l} \doteq 0{,}1d^3\sigma_{Do}$$

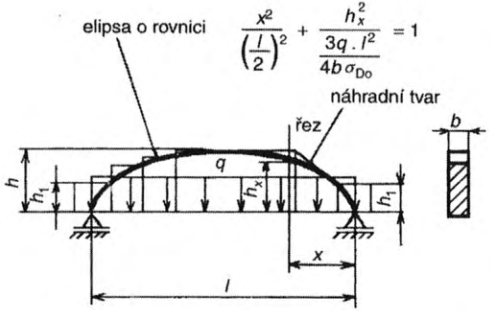
$$d = \sqrt[3]{\frac{10Fac}{l\sigma_{Do}}}$$

$$d_{x1} = \sqrt[3]{\frac{10Fcx_1}{l\sigma_{Do}}}$$

$$d_{x2} = \sqrt[3]{\frac{10Fax_2}{l\sigma_{Do}}}$$

(Hodnoty d_1 a d_2 z p_D)

Nosník konstantní šířky b se spojitým zatížením:



$$M_{o\,max} = \frac{ql^2}{8} = \frac{1}{6}bh^2\sigma_{Do}$$

$$h = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{3q}{b\sigma_{Do}}}$$

$$h_x = \sqrt{(1-x)\frac{3qx}{b\sigma_{Do}}}$$

$$h_1 = \frac{3ql}{4b\tau_{Ds}}$$

Součinitele vzpěrnosti c

Štíhlost λ	Ocel		Slitina Al + Cu	Litina	Dřevo
	do 11 423	11 523			
20	1,05	1,05	1,03	1,436	1,15
30	1,08	1,09	1,20	1,725	1,25
40	1,12	1,14	1,39	2,101	1,36
50	1,17	1,21	1,63	2,593	1,50
60	1,24	1,32	1,99	3,241	1,67
70	1,33	1,47	2,58	4,088	1,88
80	1,44	1,68	3,36	5,155	2,14
90	1,59	1,95	4,29	6,565	2,50
100	1,77	2,26	5,25	8,105	3,00
110	1,99	2,63	6,40	9,807	3,66
120	2,23	3,03	7,57	11,672	4,55
140	2,82	3,97	10,30	15,887	6,51
160	3,51	5,05	13,45	–	8,91
180	4,30	6,28	17,03	–	11,80
200	5,18	7,65	21,02	–	15,20

Mezní štíhlost

Materiál	λ_m
Nelegované oceli	99 až 105
Oceli legované Ni	86
Pružinové oceli	60
Šedá litina	80
Dřevo	100

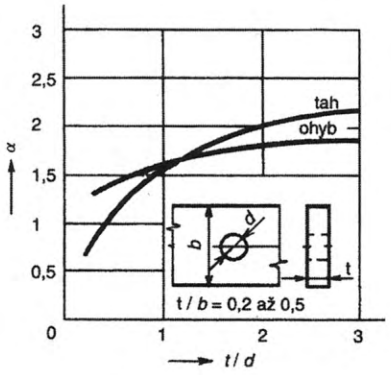
Nepružný vzpěr

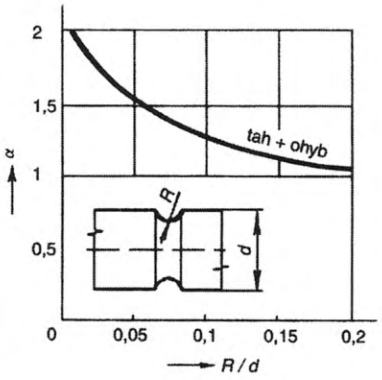
Materiál	σ_{kr} (MPa)	Pro štíhlost λ	
		od	do
Ocel 11 423	$289-0{,}82\lambda$	60	100
Ocel 11 500	$335-0{,}62\lambda$	60	100
Legovaná ocel	$589-3{,}82\lambda$	22	86
Šedá litina	$776-12\lambda-0{,}053\lambda^2$	0	80
Měkké dřevo rovnoběžné s vlákny	$29{,}3-0{,}194\lambda$	0	100
Tvrdé dřevo rovnoběžné s vlákny	$37{,}5-0{,}275\lambda$	0	100

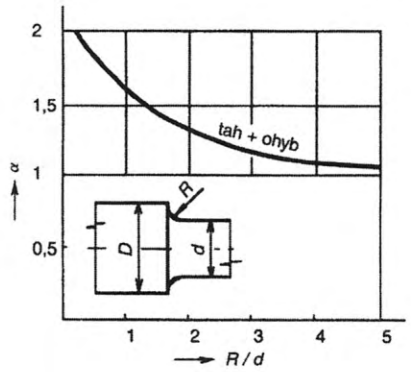
Poznámka: Vzpěrná pevnost přímých prutů viz str. 36, 37.

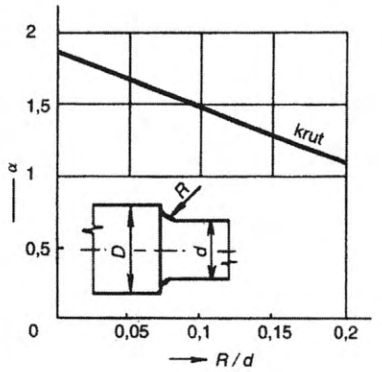
Tvarový součinitel α

Druh vrubu	Součinitel α	
	tah a ohyb	krut
Přechod v pravém úhlu	2,0	–
Ostrý zápich tvaru V	3,0	–
Metrický závit	2,5	–
Whitworthův závit	2,0	–
Klínová drážka na hřídeli	–	1,6 až 2
Rysky po noži na povrchu součásti	1,2 až 1,4	–

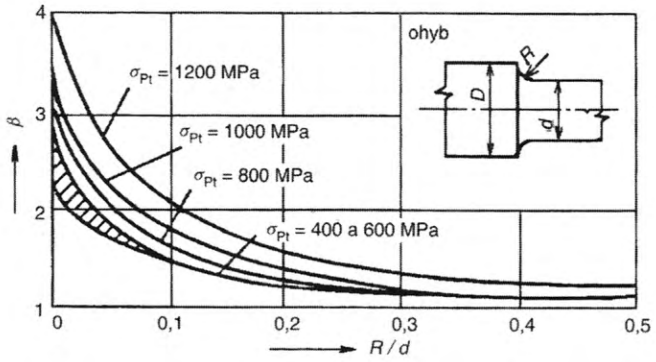


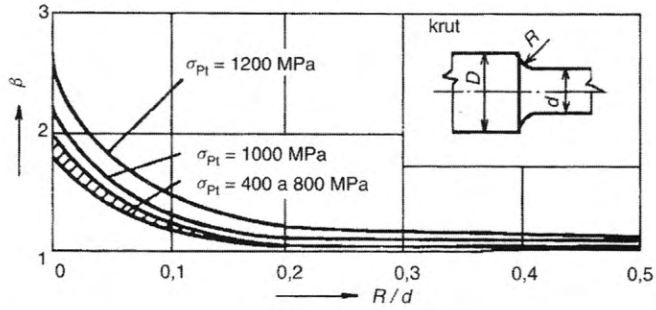


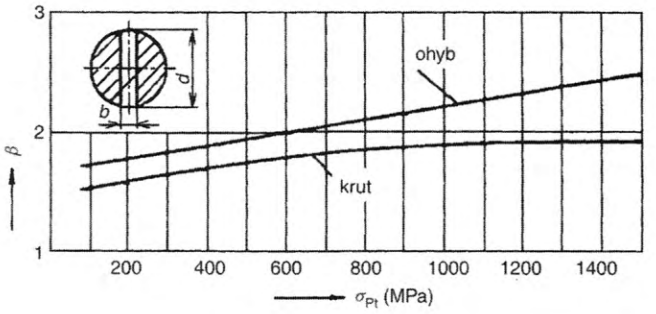


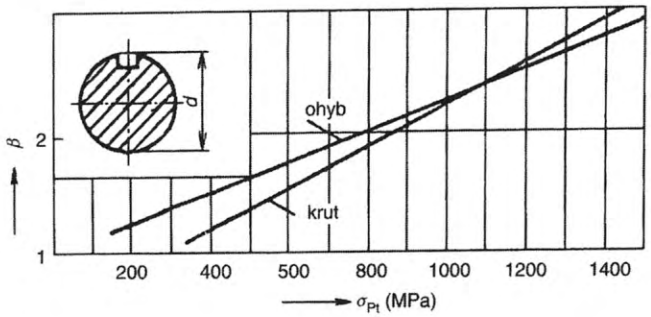


Vrubový součinitel skutečného zhuštění napětí β



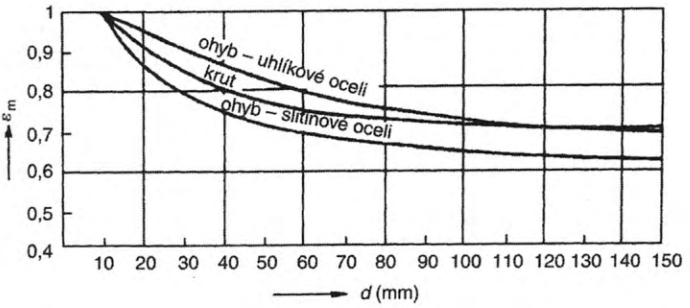




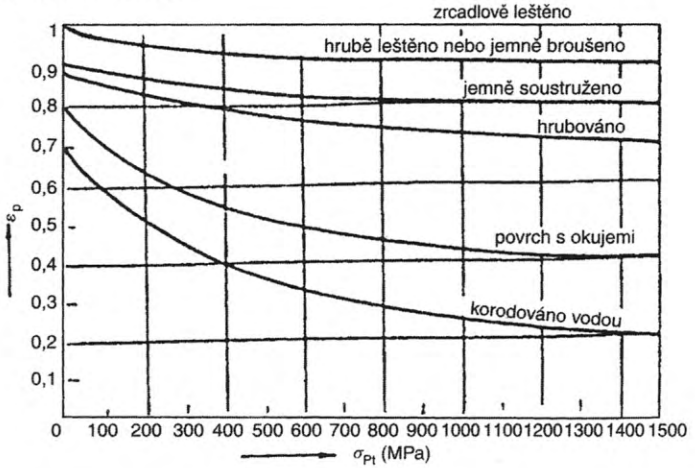


Vrubová pevnost

Součinitel velikosti součástí ε_m



Součinitel stavu povrchu součástí ε_p



Mechanické hodnoty základních konstrukčních materiálů

Konstrukční oceli		11 343	11 368	11 373	11 423	11 500	11 600	11 700	12 020	12 060	Slitinové oceli
Mez pevnosti v tahu R_m (MPa)		320 až 410	370 až 450	340 až 440	420 až 520	470 až 610	590 až 705	685 až 835	380 až 750	600 až 850	800 až 1 200
Mez kluzu v tahu R_e (MPa)		180 až 210	200 až 240	186 až 250	226 až 260	245 až 290	295 až 340	345 až 390	235 až 250	345 až 380	500 až 900
Mez únavy v ohybu σ_{oC} (MPA)		120 až 145	130 až 155	130 až 155	145 až 180	175 až 215	210 až 250	245 až 295	140 až 260	215 až 295	280 až 420
Mez únavy v krutu τ_C (MPa)		85 až 105	90 až 110	95 až 110	105 až 130	125 až 155	150 až 280	175 až 210	100 až 185	150 až 210	200 až 300
Dovolená napětí (MPa)*)											
Tah	I. statický	90 až 125	100 až 140	100 až 150	115 až 170	140 až 210	150 až 230	210 až 310	115 až 135	175 až 205	400 až 700
	II. míjivý	75 až 105	85 až 120	65 až 95	75 až 105	90 až 135	110 až 165	135 až 200	95 až 115	150 až 175	340 až 595
	III. střídavý	60 až 80	65 až 90	45 až 70	55 až 80	65 až 95	75 až 115	90 až 140	75 až 87	115 až 135	260 až 455
Tlak	I. statický	90 až 125	100 až 140	100 až 150	115 až 170	140 až 210	150 až 230	210 až 310	115 až 135	175 až 205	400 až 700
	II. míjivý	75 až 105	85 až 120	65 až 95	75 až 105	90 až 135	110 až 165	135 až 200	95 až 115	150 až 175	340 až 595
	III. střídavý	60 až 80	65 až 90	45 až 70	55 až 80	65 až 95	75 až 115	90 až 140	75 až 87	115 až 135	260 až 455
Ohyb	I. statický	100 až 135	110 až 155	110 až 165	120 až 175	150 až 220	170 až 250	230 až 345	125 až 150	190 až 225	440 až 770
	II. míjivý	85 až 115	95 až 120	70 až 105	80 až 125	100 až 150	125 až 180	150 až 220	105 až 125	120 až 140	375 až 655

*) Dovolená napětí jsou uvedena pro běžné případy zatížení, pro součinitele bezpečnosti 1,5 až 2

		Dovolená napětí (MPa)									
Ohyb	III. střídavý	65 až 85	70 až 100	50 až 75	60 až 85	70 až 105	85 až 115	105 až 125	80 až 95	85 až 100	285 až 500
Krut (smyk)	I. statický	55 až 80	65 až 90	65 až 95	70 až 105	85 až 125	105 až 145	125 až 190	70 až 85	110 až 130	250 až 440
	II. míjivý	45 až 70	55 až 75	40 až 60	45 až 70	55 až 85	65 až 105	80 až 125	45 až 55	70 až 80	210 až 375
	III. střídavý	35 až 50	40 až 60	30 až 45	35 až 50	40 až 60	50 až 70	60 až 90	33 až 40	50 až 60	160 až 285

Konstrukční materiály		Ocel na odlitky	Šedá litina				Mosaz	Slitiny hliníku	Al + Si
			42 2420	42 2425	42 2430	4 2435			
Mez pevnosti v tahu R_m	(MPa)	370 až 700	min. 200	min. 250	min. 300	min. 350	350 až 400	300 až 360	170 až 220
Mez kluzu v tahu R_e	(MPa)	200 až 350	–	–	–	–	200 až 300	220 až 250	70 až 110
Mez únavy v ohybu σ_{oC}	(MPa)	130 až 245	80	110	140	190	120 až 190	100 až 125	60 až 80
Mez únavy v krutu τ_C	(MPa)	90 až 175	60	80	100	130	90 až 100	60 až 90	20 až 30
		Dovolené napětí (MPa)							
Tah	I. statický	100 až 205	30 až 35	45 až 50	55 až 60	70 až 75	120 až 185	110 až 160	30 až 65
	II. míjivý	85 až 125	25 až 30	30 až 35	35 až 45	50 až 60	70 až 110	50 až 70	15 až 30
	III. střídavý	65 až 105	15 až 20	20 až 25	25 až 30	35 až 40	40 až 60	25 až 55	15 až 20

Mechanické hodnoty základních konstrukčních materiálů Pokračování

		Dovolené napětí (MPa)							
Tlak	I. statický	100 až 205	105 až 110	140 až 145	165 až 170	225 až 230	120 až 185	110 až 160	40 až 60
	II. míjivý	85 až 125	80 až 85	105 až 110	120 až 125	160 až 170	70 až 110	50 až 70	20 až 25
	III. střídavý	65 až 105	–	–	–	–	40 až 60	35 až 55	15 až 20
Ohyb	I. statický	110 až 225	70 až 75	80 až 85	90 až 95	110 až 125	115 až 180	120 až 175	35 až 50
	II. míjivý	95 až 190	50 až 55	60 až 65	70 až 75	80 až 90	65 až 105	50 až 70	20 až 30
	III. střídavý	70 až 145	–	–	–	–	40 až 60	25 až 55	15 až 20
Krut (smyk)	I. statický	60 až 130	30 až 35	45 až 50	55 až 60	70 až 75	65 až 105	65 až 95	25 až 35
	II. míjivý	50 až 80	25 až 30	30 až 35	35 až 45	50 až 60	40 až 70	30 až 50	15 až 30
	III. střídavý	40 až 60	15 až 20	20 až 25	25 až 30	35 až 40	25 až 35	20 až 35	10 až 15

TERMOMECHANIKA

Sdílení tepla

Sálavost C a poměrná pohltivost A uvedených materiálů

Materiál	C ($W\,m^{-2}\,K^{-4}$)	A (l)	Materiál	C ($W\,m^{-2}\,K^{-4}$)	A (l)
Ideální černé těleso	5,77	1,00	Měď leštěná	0,29	0,05
Azbestová lepenka	5,54	0,96	Měď oxidovaná	4,50	0,78
Cihly pálené	5,36	0,93	Nikl leštěný	0,46	0,08
Cihly šamotové	4,30	0,75	Nikl oxidovaný	2,48	0,43
Cihly magnesitové	2,24	0,39	Ocel, odlitky leštěné	3,12	0,55
Dub ohoblovaný	5,2	0,90	Ocel oxidovaná	4,62	0,80
Pryž měkká	4,95	0,86	Olejové nátěry	4,5 až 5,5	0,78 až 0,96
Pryž tvrdá, leštěná	5,45	0,95	Omítka vápenná	5,25	0,91
Hliník leštěný	0,30	0,05	Papír	5,00	0,87
Hliník oxidovaný	1,14 až 1,71	0,2 až 0,3	Stříbro leštěné	0,15	0,22
Chromnikl	4,05	0,70	Sádra	3,20	0,90
Litina oxidovaná	5,40	0,93	Sklo hladké	5,41	0,94
Lak bílý smaltovaný	5,23	0,91	Šamot	3,28	0,59
Lak černý lesklý	4,75	0,82	Zinek oxidovaný	1,44	0,25
Lak černý matový	5,60	0,97	Voda, led	5,23	0,91

Součinitel přestupu tepla $h(\alpha)$

Přestup tepla	h ($W\,m^{-2}\,K^{-1}$)
Ohřívání a ochlazování vzduchu	1 až 60
Ohřívání a ochlazování přehřáté páry	10 až 100
Ohřívání a ochlazování klidné vody	60 až 1 700
Ohřívání a ochlazování klidné vody proudící vodou	200 až 12 000
Ohřívání a ochlazování klidné vody vroucí vodou	1 000 až 23 000
Ohřívání a ochlazování klidné vody při blánové kondenzaci vodní páry	5 000 až 14 000
Ohřívání a ochlazování klidné vody při kapkové kondenzaci vodní páry	47 000 až 140 000

Součinitel přestupu tepla K (k)

Prostředí *1*	Dělicí stěna	Prostředí *2*	K ($W\,m^{-2}\,K^{-1}$)
Pára	Litina	Voda	930
Pára	Měď	Voda	1 200
Pára	Ocel	Voda	1 000
Pára	Litina	Vzduch	12
Pára	Měď	Vzduch	20
Pára	Ocel	Vzduch	17
Vzduch	Litina	Vzduch	6
Vzduch	Měď	Vzduch	10
Vzduch	Ocel	Vzduch	8
Voda	Litina	Voda	290
Voda	Měď	Voda	360
Voda	Ocel	Voda	320
Voda	Litina	Vzduch	12
Voda	Měď	Vzduch	17
Voda	Ocel	Vzduch	15

Stavební a izolační hmoty

Látka	Hustota ϱ ($kg.m^{-3}$)	Tepelná vodivost λ ($W.m^{-1}.K^{-1}$)	Měrná tepelná kapacita c ($kJ.kg^{-1}.K^{-1}$)
Asfalt	2 100	0,6	0,92
Azbestové desky	2 000	0,7	0,80
Reaktoplasty	1 270	0,23	1,59
Celuloid	1 400	0,22	1,26
Dřevovláknité desky	300 až 500	0,051 až 0,064	2,51
Heraklit	400	0,17	1,67
Korkové desky	150	0,042	2,09
Kotelní kámen	1 000 až 2 500	0,15 až 2,3	0,88
Křemelina	400	0,073	0,84
Led	917	2,3	2,1
Lepenka krycí	1 100	0,9	1,34
Papír	700 až 1 000	0,03 až 0,12	1,3
Písek suchý	1 750	0,65	0,8
Porcelán	2 200 až 2 500	0,81 až 1,86	0,8
PVC	1 350	0,16 až 0,22	0,96
Sklo obyčejné	2 450	0,59 až 1,05	0,77
Sklo organické	1 200	0,19	1,47
Slída	2 600 až 3 200	0,46 až 0,58	0,84
Škvára	750	0,32	0,84
Vata čedičová, skleněná a strusková	100	0,046	0,74
Zdivo:			
pálené cihly	1 800	0,87	0,92
duté cihly	1 100	0,56	0,96
dusaný beton	2 200	1,28	0,88
pěnový beton	800	0,31	0,8
škvárový beton	1 600	0,84	0,96
vápenná omítka	1 600	0,87	0,84
Výplňové materiály:			
polystyrénové desky	36	0,041	1,05
pěnové sklo	180	0,058	0,84
suchá půda	1 650	0,14	0,94
vlhká půda	1 750	0,65	2,0

Název veličiny měrná tepelná kapacita má přednost před názvem měrné teplo.

Fyzikální hodnoty uvedených tuhých látek

Látka	Hustota ϱ (kg m^{-3})	Měrná tepelná kapacita c (kJ kg^{-1} K^{-1})	Teplota tavení t (°C)	Měrné skupenské teplo tavení $l_{1,2}$ (kJ kg^{-1})	Tepelná vodivost λ (W m^{-1} K^{-1})
Antimon	6 690	0,209	631		21,0
Bronz	8 700 až 8 900	0,385	900		25,6
Cín	7 200	0,234	232	58,6	62,8
Dural	2 750 až 2 870	0,913			165,0
Hliník	2 700	0,921	658	394,0	209,0
Chrom	7 100	0,502	1 800	316,0	116,0
Kadmium	8 640	0,230	231	54,4	92,5
Křemík	2 330	0,703	1 410		
Litina	7 250	0,54	1 150 až 1 300	96,3	50,0
Mangan	7 300	0,486	1 250	251,0	
Měď	8 930	0,394	1 083	209,0	394
Molybden	10 200	0,231	2 600		137
Mosaz	8 400 až 8 700	0,385	900	184	112
Nikl	8 800	0,461	1 450	264	87
Ocel	7 850	0,461	1 350 až 1 450	205	47
Olovo	11 320	0,13	327	25,1	34,4
Platina	21 450	0,134	1 773	113,0	71,0
Rtuť	13 600	0,138	−39	11,7	9,3
Stříbro	10 500	0,234	960	105,0	418,0
Wolfram	19 300	0,134	3 380	251,0	158,0
Zinek	6 860	0,389	420	113,0	110,0
Zlato	19 290	0,134	1 063	67,5	310,0
Fenolplasty	1 300 až 1 500	1,3 až 1,5	0,18 až 0,79		
Polyamid	1 020 až 1 150	1,67	0,22 až 0,31		
Polyethylen	930	1,465	0,35		
Polypropylen	890 až 1 120	1,90	0,22 až 0,30		
Polyvinylchlorid	1 350 až 1 450	1,0 až 1,1	0,13 až 0,29		
Umakryl	1 170 až 1 200	1,45	0,16 až 0,26		
Umaplex	1 170 až 1 180	1,45	0,19 až 0,23		
Teflon	2 100 až 2 300	1,04	0,24		

Teplotní součinitel objemové roztažnosti α_V kapalin

Kapalina	α_V (K^{-1})	Kapalina	α_V (K^{-1})
Aceton	0,001 49	Kyselina sírová	0,000 54
Benzín	0,001 00	Methylalkohol	0,001 19
Benzen	0,001 22	Olej strojní	0,000 76
Dehet	0,001 80	Pentan	0,001 60
Ether	0,001 65	Petrolej	0,000 96
Ethylalkohol	0,001 10	Rtuť	0,000 181
Glycerin	0,000 50	Toluol	0,001 08
Heptan	0,001 24	Voda	0,000 18

Teplotní součinitel délkové roztažnosti α_l tuhých látek

Látka	α_l (K^{-1})	Látka	α_l (K^{-1})
Bronz	0,000 0175	Bakelit	0,000 018
Cín	0,000 0267	Beton	0,000 012
Cínová kompozice	0,000 0220	Cihla	0,000 005
Dural	0,000 0230	Čedič	0,000 010
Elektron	0,000 0235	Led při 0 °C	0,000 054
Hliník	0,000 0238	Křemen	0,000 0134
Chrom	0,000 0084	Porcelán	0,000 003
Invar	0,000 0015	Pryž tvrdá	0,000 077
Konstantan	0,000 0152	Sklo obyčejné	0,000 008
Měď	0,000 0170	Sklo křemenné	0,000 0006
Mosaz	0,000 0184	Slída	0,000 0135
Nikl	0,000 0145	Žula	0,000 008
Ocel chromová	0,000 0110	Fenolplasty	0,000 03 až 0,000 05
Ocel niklová	0,000 0180	Polyamid	0,000 07 až 0,000 15
Ocel uhlíková	0,000 0120	Polyethylen	0,000 09 až 0,000 33
Olovo	0,000 0292	Polypropylen	0,000 10 až 0,000 19
Platina	0,000 0090	Polyvinylchlorid	0,000 05 až 0,000 18
Stříbro	0,000 0197	Umakryl	0,000 05 až 0,000 13
Zinek	0,000 0290	Umaplex	0,000 065 až 0,000 07
Spékané kovy	0,000 0110	Teflon	0,000 10

Chemické značky prvků

Č.	Název	Značka	Č.	Název	Značka	Č.	Název	Značka	Č.	Název	Značka
1	Vodík	H	29	Měď	Cu	57	Lanthan	La	85	Astat	At
2	Helium	He	30	Zinek	Zn	58	Cer	Ce	86	Radon	Rn
3	Lithium	Li	31	Gallium	Ga	59	Praseodym	Pr	87	Francium	Fr
4	Beryllium	Be	32	Germanium	Ge	60	Neodym	Nd	88	Radium	Ra
5	Bor	B	33	Arsen	As	61	Promethium	Pm	89	Aktinium	Ac
6	Uhlík	C	34	Selen	Se	62	Samarium	Sm	90	Thorium	Th
7	Dusík	N	35	Brom	Br	63	Europium	Eu	91	Protaktinium	Pa
8	Kyslík	O	36	Krypton	Kr	64	Gadolinium	Gd	92	Uran	U
9	Fluor	F	37	Rubidium	Rb	65	Terbium	Tb	93	Neptunium	Np
10	Neon	Ne	38	Stroncium	Sr	66	Dysprosium	Dy	94	Plutonium	Pu
11	Sodík	Na	39	Yttrium	Y	67	Holmium	Ho	95	Americium	Am
12	Hořčík	Mg	40	Zirkonium	Zr	68	Erbium	Er	96	Curium	Cm
13	Hliník	Al	41	Nion	Nb	69	Thulium	Tm	97	Berkelium	Bk
14	Křemík	Si	42	Molybden	Mo	70	Ytterbium	Yb	98	Kalifornium	Cf
15	Fosfor	P	43	Technecium	Tc	71	Lutecium	Lu	99	Einsteinium	Es
16	Síra	S	44	Ruthenium	Ru	72	Hafnium	Hf	100	Fermium	Fm
17	Chlor	Cl	45	Rhodium	Rh	73	Tantal	Ta	101	Mendelevium	Md
18	Argon	Ar	46	Palladium	Pd	74	Wolfram	W	102	Nobelium	No
19	Draslík	K	47	Stříbro	Ag	75	Rheium	Re	103	Lawrencium	Lr
20	Vápník	Ca	48	Kadmium	Cd	76	Osmium	Os	104	Rutherfordurs	Rf
21	Skandium	Sc	49	Indium	In	77	Iridium	Ir	105	Dubnium	Db
22	Titan	Ti	50	Cín	Sn	78	Platina	Pt	106	Senborgium	Sg
23	Vanad	V	51	Antimon	Sb	79	Zlato	Au	107	Bohrium	Bh
24	Chrom	Cr	52	Tellur	Te	80	Rtuť	Hg	108	Hassium	Hs
25	Mangan	Mn	53	Jod	I	81	Thallium	Tl	109	Metnerium	Mt
26	Železo	Fe	54	Xenon	Xe	82	Olovo	Pb	110	Ununnillum	Uun
27	Kobalt	Co	55	Cesium	Cs	83	Bismut	Bi	111	Unununium	Uuu
28	Nikl	Ni	56	Baryum	Ba	84	Polonium	Po	112	Ununblum	Uub

Fyzikální hodnoty technických plynů

Plyn	Chemická značka	Molová hmotnost M (kg kmol^{-1})	Plynová konstanta r (J kg^{-1} K^{-1})	Teplota varu t' (°C)	Teplota tání t (°C)	Měrná tepelná kapacita c_p (kJ kg^{-1} K^{-1})	Měrná tepelná kapacita c_v (kJ kg^{-1} K^{-1})	Adiabatický exponent $\varkappa$ (l)	Kritické hodnoty: teplota t_k (°C)	Kritické hodnoty: tlak p_k (MPa)	Kritické hodnoty: měrný objem v_k (m^3 kg^{-1})
Acetylen	C_2H_2	26,036	319,6	−83,6	−81,8	1,529	1,323	1,23	35,90	0,634 5	4,330
Argon	Ar	39,944	208,49	−185,9	−189,3	0,532	0,316	1,67	−122,40	4,864 1	1,920
Benzen	C_6H_6	78,108	444,08	80,0	5,45	1,252	1,137	1,10	288,50	4,864 1	3,290
Čpavek	NH_3	17,032	488,27	−33,4	−77,7	2,056	1,555	1,32	132,40	11,297 3	4,255
Dusík	N_2	28,016	296,75	−195,8	−210,0	1,038	0,739	1,401	−147,10	3,393 1	3,218
Ethan	C_2H_4	30,068	276,65	−89,0	−183,2	1,645	1,348	1,22	35,27	4,962 2	4,930
Ethylen	C_2H_4	28,052	296,65	−103,7	−169,2	1,474	1,181	1,25	9,50	5,138 7	4,628
Helium	He	4,003	2 079,00	−268,9	−271,0	5,234	3,202	1,66	−267,90	0,229 5	14,500
Chlor	Cl_2	70,914	117,36	−34,1	−103,0	0,502	0,375	1,34	143,90	7,698 2	1,745
Chlorovodík	HCl	36,465	228,00	−86,0	−115,5	0,812	0,573	1,42	51,40	8,414 1	1,640
Oxid uhelnatý	CO	28,010	297,04	−191,5	−205,1	1,043	0,743	1,401	−140,20	3,501 0	3,222
Oxid uhličitý	CO_2	44,010	188,97	−78,4 (subl.)	−56,6 –	0,821	0,628	1,31	31,04	7,404 0	2,143
Oxid siřičitý	SO_2	64,060	129,84	−10,0	−75,7	0,632	0,498	1,271	157,50	7,884 5	1,910
Kyslík	O_2	32,000	64,06	−183,0	−218,8	0,917	0,657	1,40	−118,20	5,040 6	2,325
Methan	CH_8	16,042	518,77	−161,4	−182,6	2,173	1,675	1,30	−82,90	4,643 4	6,176
Propan	C_3H_8	44,094	183,78	−42,2	−187,1	1,507	1,31	1,15	96,81	4,256 1	4,420
Sirovodík	H_2S	34,080	241,24	−60,5	−85,5	1,105	0,85	1,30	100,4	9,017 2	–
Vodík	H_2	2,016	4 128,60	−252,8	−259,2	14,235	10,111	1,407	−239,9	1,294 0	32,27
Vzduch	$O_2 + N_2$	28,966	287,04	−192,2	−218,2	1,005	0,714	1,402	−140,7	3,765 7	3,227

Fyzikální hodnoty kapalin

Kapalina	Hustota ϱ (kg.m^{-3})	Měrná tepelná kapacita c (kJ kg^{-1} K^{-1})	Teplota tuhnutí t (°C)	Měrné skupenské teplo tuhnutí $l_{2,1}$ (kJ kg^{-1})	Bod varu t' (°C)	Měrné skupenské teplo výparné $l_{2,3}$ (kJ kg^{-1})	Tepelná vodivost λ (W m^{-1} K^{-1})
Aceton	790	2,156	−94,6	96	56,2	523	0,180
Benzin	700 až 750	2,10	−150,0		90 až 100		0,150
Benzol	879	1,73	5,5	127	80,4	396	0,154
Ether	720	2,26	−118,0		34,5	377	0,220
Ethylalkohol	790	2,50	−115,0	102	78,3	862	0,183
Glycerin	1 260	2,45	18,6	200	290,0	825	0,285
Methylalkohol	790	2,47	−94	682	64,7	1 100	0,212
Olej strojní	850 až 930	1,67					0,140
Petrolej	760 až 860	2,14	−70		150		0,151
Rtuť	13 600	0,138	−39	11,7	357	301	0,300
Toluol	866	1,68	−95	72,0	111	358	0,151
Voda	1 000	4,186	0	334,0			0,580

Měrné skupenské teplo výparné se označuje též r

Spalná tepla ve výhřevnosti paliv

Palivo	Spalné teplo q_v (kJ kg^{-1})	Výhřevnost q_n (kJ kg^{-1})	Palivo	Spalné teplo q_v (kJ kg^{-1})	Výhřevnost q_n (kJ kg^{-1})
Tuhá paliva					
Dřevo čerstvé	10 070	8 160	Uhlí černé	31 400	30 520
Dřevo suché	17 120	15 620	Antracit	33 100	32 530
Rašelina čerstvá	3 015	712	Koks černouhelný	29 700	29 560
Rašelina suchá	15 110	13 650	Uhlík	33 830	33 830
Uhlí hnědé	20 880	19 180			
Kapalná paliva					
Benzín	45 220	42 080	Methanol	22 480	19 550
Benzen	42 290	40 400	Petrolej	41 870	39 775
Hexan	48 190	44 500	Topný olej lehký	44 800	42 080
Ethylalkohol	29 900	22 170	Topný olej těžký	43 960	41 780
Nafta motorová	44 175	41 840	Pentan	48 360	44 590
Plynná paliva					
Acetylen	50 370	48 650	Svítiplyn	38 940	34 670
Oxid uhelnatý	10 140	10 140	Vodík	141 970	119 610
Methan	55 600	49 950	Vodní plyn	17 000	15 700
Propan	50 280	46 300	Kychtový plyn	3 220	3 160

Měrné objemy přehřáté vodní páry v ($m^3\,kg^{-1}$)

Tlak p (MPa)	Teplota přehřáté páry t (°C)							
	200	250	300	350	400	500	600	800
0,1	2,172 0	2,406 0	2,638 0	2,872 0	3,102 0	3,565 0	4,028 0	4,952 0
0,5	0,424 9	0,474 2	0,522 4	0,570 0	0,617 3	0,710 9	0,804 1	0,989 5
1,0	0,206 0	0,232 6	0,257 8	0,282 8	0,306 5	0,353 9	0,401 0	0,494 2
1,2	0,169 3	0,192 3	0,213 9	0,232 3	0,254 7	0,294 4	0,333 9	0,411 7
1,4	0,142 9	0,163 5	0,182 3	0,200 1	0,217 6	0,252 0	0,369 5	0,352 7
1,6	–	0,141 7	0,158 5	0,174 4	0,189 9	0,220 1	0,249 9	0,308 6
1,8	–	0,124 8	0,140 1	0,154 5	0,168 3	0,195 3	0,211 9	0,274 2
2	–	0,111 4	0,125 5	0,138 4	0,151 1	0,175 3	0,199 5	0,246 7
2,5	–	0,087 72	0,099 08	0,109 9	0,120 3	0,140 1	0,159 1	0,197 5
3	–	0,070 60	0,081 19	0,091 0	0,099 29	0,116 1	0,132 5	0,164 1
3,5	–	0,058 69	0,068 47	0,076 73	0,084 48	0,099 1	0,113 2	0,140 5
4	–	–	0,058 88	0,066 38	0,073 37	0,086 42	0,098 85	0,122 8
5	–	–	0,045 39	0,051 94	0,057 81	0,068 58	0,078 70	0,098 03
6	–	–	0,036 20	0,042 26	0,047 42	0,056 67	0,065 25	0,081 53
7	–	–	0,029 48	0,035 30	0,039 97	0,048 17	0,055 65	0,069 75
8	–	–	0,024 28	0,030 01	0,034 38	0,041 77	0,048 44	0,060 92
9	–	–	–	0,025 83	0,030 01	0,036 80	0,042 85	0,054 05
10	–	–	–	0,022 44	0,026 46	0,032 81	0,038 37	0,048 56
11	–	–	–	0,019 62	0,023 56	0,029 54	0,034 69	0,044 06
12	–	–	–	0,017 20	0,021 13	0,026 81	0,031 63	0,040 31
13	–	–	–	0,015 07	0,019 05	0,024 50	0,029 03	0,037 14
14	–	–	–	0,013 11	0,017 26	0,022 52	0,026 83	0,034 42
15	–	–	–	0,011 34	0,015 68	0,020 80	0,024 90	0,032 06
16	–	–	–	0,009 685	0,014 29	0,019 30	0,023 22	0,030 01
18	–	–	–	–	0,011 94	0,016 78	0,020 43	0,026 58
20	–	–	–	–	0,009 98	0,014 78	0,018 16	0,023 83
22	–	–	–	–	0,008 28	0,013 12	0,016 31	0,021 60

Entalpie přehřáté vodní páry H (kJ kg^{-1})

Tlak p (MPa)	Teplota přehřáté páry t (°C)							
	200	250	300	350	400	500	600	800
0,1	2 875	2 974	3 074	3 216	3 278	3 488	3 706	4 157
0,5	2 854	2 958	3 062	3 167	3 272	3 484	3 702	4 156
1,0	2 827	2 940	3 048	3 166	3 263	3 479	3 698	4 154
1,2	2 816	2 933	3 042	3 151	3 260	3 477	3 696	4 153
1,4	2 803	2 925	3 036	3 147	3 256	3 474	3 695	4 152
1,6	–	2 917	3 030	3 142	3 253	3 472	3 693	4 151
1,8	–	2 908	3 025	3 138	3 249	3 470	3 691	4 150
2	–	2 900	3 019	3 134	3 246	3 468	3 690	4 150
2,5	–	2 884	3 004	3 123	3 237	3 462	3 686	4 147
3	–	2 853	2 988	3 111	3 229	3 456	3 682	4 145
3,5	–	2 827	2 972	3 099	3 220	3 451	3 676	4 143
4	–	–	2 955	3 087	3 211	3 445	3 674	4 141
5	–	–	2 920	3 063	3 193	3 433	3 666	4 136
6	–	–	2 880	3 038	3 174	3 421	3 658	4 132
7	–	–	2 835	3 011	3 155	3 409	3 649	4 127
8	–	–	2 784	2 985	3 135	3 397	3 640	4 122
9	–	–	–	2 952	3 114	3 386	3 631	4 117
10	–	–	–	2 918	3 093	3 372	3 621	4 111
11	–	–	–	2 882	3 071	3 360	3 612	4 106
12	–	–	–	2 841	3 049	3 347	3 603	4 102
13	–	–	–	2 795	3 026	3 334	3 594	4 097
14	–	–	–	2 730	3 000	3 321	3 585	4 092
15	–	–	–	2 679	2 973	3 308	3 576	4 087
16	–	–	–	2 609	2 945	3 294	3 567	4 082
18	–	–	–	–	2 884	3 267	3 549	4 072
20	–	–	–	–	2 816	3 238	3 530	4 063
22	–	–	–	–	2 736	3 207	3 512	4 053

Sytá vodní pára a voda – uspořádání podle teplot

Teplota	Tlak	Měrný objem		Entalpie		Výparné teplo	Měrná entropie	
		vody	syté páry	vody	syté páry		vody	syté páry
t (°C)	p (MPa)	v' ($m^3\,kg^{-1}$)	v'' ($m^3\,kg^{-1}$)	H' ($kJ\,kg^{-1}$)	H'' ($kJ\,kg^{-1}$)	$l_{2,3}$ ($kJ\,kg^{-1}$)	s' ($kJ\,kg^{-1}\,K^{-1}$)	s'' ($kJ\,kg^{-1}\,K^{-1}$)
0,01	0,000 610 8	0,001 000 2	206,30	0	2 501	2 501	0	9,154 4
5	0,000 871 9	0,001 000 1	147,20	21,05	2 510	2 489	0,076 2	9,024 1
10	0,001 227 7	0,001 000 4	106,42	42,04	2 519	2 477	0,151 0	8,899 4
15	0,001 704 1	0,001 001 0	77,97	62,97	2 528	2 465	0,224 4	8,780 6
20	0,002 337	0,001 001 8	57,84	83,90	2 537	2 454	0,296 4	8,666 5
25	0,003 166	0,001 003 0	43,40	104,81	2 547	2 442	0,367 2	8,557 0
30	0,002 441	0,001 004 4	32,93	125,71	2 556	2 430	0,436 6	8,452 3
35	0,005 622	0,001 006 1	25,24	146,60	2 565	2 418	0,504 9	8,351 9
40	0,007 375	0,001 007 9	19,55	167,50	2 574	2 406	0,572 3	8,255 9
45	0,009 584	0,001 009 9	15,28	188,40	2 582	2 394	0,638 4	8,163 8
50	0,012 335	0,001 012 1	12,04	209,3	2 592	2 383	0,703 8	8,075 3
60	0,019 917	0,001 017 1	7,678	251,1	2 609	2 368	0,831 1	7,908,4
70	0,031 17	0,001 022 8	5,045	293,0	2 626	2 333	0,954 9	7,754 4
80	0,047 36	0,001 029 0	3,408	334,9	2 643	2 308	1,075 3	7,611 6
90	0,070 11	0,001 035 9	2,361	377,0	2 659	2 282	1,192 5	7,478 7
100	0,101 31	0,001 043 5	1,673	419,1	2 676	2 257	1,307 1	7,354 7
110	0,143 26	0,001 051 5	1,210	461,3	2 691	2 230	1,418 4	7,238 7
120	0,198 54	0,001 060 3	0,891 7	503,7	2 705	2 202	1,527 7	7,129 8
130	0,270 11	0,001 069 7	0,668 3	546,3	2 721	2 174	1,634 5	7,027 2
140	0,361 40	0,001 079 8	0,508 7	589,0	2 734	2 145	1,739 2	6,930 4
150	0,476 00	0,001 090 6	0,392 6	632,2	2 745	2 114	1,841 8	6,838 3
160	0,618 0	0,001 102 1	0,306 8	675,5	2 758	2 082	1,942 7	6,750 8
170	0,792 0	0,001 114 4	0,242 6	719,2	2 769	2 050	2,041 7	6,666 6
180	1,002 7	0,001 127 5	0,193 9	763,1	2 778	2 015	2,139 5	6,585 8
190	1,255 3	0,001 141 5	0,156 4	807,5	2 786	1 979	2,235 7	6,507 4
200	1,555 1	0,001 156 5	0,127 2	852,4	2 793	1 941	2,330 8	6,431 8
210	1,908 0	0,001 172 6	0,104 3	897,7	2 798	1 900	2,424 6	6,357 7
220	2,320 1	0,001 190 0	0,086 06	943,7	2 802	1 858	2,517 9	6,284 9
230	2,797 9	0,001 208 7	0,071 47	990,4	2 803	1 813	2,610 1	6,213 3
240	3,348 0	0,001 229 1	0,059 67	1 037,5	2 803	1 766	2,702 1	6,142 5
250	3,977 7	0,001 251 2	0,050 06	1 085,7	2 801	1 715	2,793 4	6,072 1
260	4,694	0,001 275 5	0,042 15	1 135,1	2 796	1 661	2,885 1	6,001 3
270	5,505	0,001 302 3	0,035 60	1 165,3	2 790	1 605	2,976 4	5,929 7
280	6,419	0,001 332 1	0,030 13	1 236,9	2 780	1 543	3,068 1	5,857 3
290	7,445	0,001 365 5	0,025 54	1 290,0	2 766	1 476	3,161 1	5,782 7
300	8,592	0,001 403 6	0,021 64	1 344,9	2 749	1 404	3,254 8	5,704 9
320	11,290	0,001 499 0	0,015 45	1 462,1	2 700	1 238	3,449 5	5,535 3
340	14,608	0,001 639 0	0,010 78	1 594,7	2 622	1 027	3,660 3	5,336 1
360	18,674	0,001 894 0	0,006 943	1 762,0	2 481	719	3,916 2	5,053 0
Kritické hodnoty:								
374,15	22,129	0,003 26	0,003 26	2 100	2 100	0	4,430	4,430

Sytá vodní pára a voda - uspořádání podle tlaku

Tlak	Teplota syté páry	Měrný objem		Entalpie		Měrné výparné teplo	Měrná entropie	
		vody	syté páry	vody	syté páry		vody	syté páry
p (MPa)	t'' (°C)	v' ($m^3\ kg^{-1}$)	v'' ($m^3\ kg^{-1}$)	H' ($kJ\ kg^{-1}$)	H'' ($kJ\ kg^{-1}$)	$l_{2,3}$ ($kJ\ kg^{-1}$)	s' ($kJ\ kg^{-1}\ K^{-1}$)	s'' ($kJ\ kg^{-1}\ K^{-1}$)
0,001	6,92	0,001 000 1	129,90	29,32	2 513	2 484	0,105 4	8,975
0,002	17,51	0,001 001 4	66,97	73,52	2 533	2 459	0,260 9	8,722
0,003	24,10	0,001 002 8	45,66	101,04	2 545	2 444	0,354 6	8,576
0,004	28,98	0,001 004 1	34,81	121,42	2 554	2 433	0,422 5	8,473
0,005	32,88	0,001 005 3	28,19	137,83	2 561	2 423	0,746 1	8,393
0,006	36,18	0,001 006 4	23,74	151,50	2 567	2 415	0,520 7	8,323
0,007	39,03	0,001 007 5	20,53	163,43	2 572	2 409	0,559 1	8,274
0,008	41,54	0,001 008 5	18,10	173,9	2 576	2 402	0,592 7	8,227
0,009	43,79	0,001 009 4	16,20	183,3	2 580	2 397	0,622 4	8,186
0,01	45,84	0,001 010 3	14,68	191,9	2 584	2 392	0,649 2	8,149
0,02	60,08	0,001 017 1	7,647	251,4	2 609	2 358	0,832 1	7,907
0,03	69,12	0,001 022 2	5,226	289,3	2 625	2 336	0,944 1	7,769
0,04	75,88	0,001 026 4	3,994	317,7	2 636	2 318	1,026 1	7,670
0,05	81,35	0,001 029 9	3,239	340,6	2 645	2 304	1,092 0	7,593
0,06	85,95	0,001 033 0	2,732	360,0	2 653	2 293	1,145 3	7,531
0,07	89,97	0,001 035 9	2,364	376,8	2 660	2 283	1,191 8	7,479
0,08	93,52	0,001 038 5	2,087	391,8	2 665	2 273	1,233 0	7,434
0,09	96,72	0,001 040 9	1,869	405,3	2 670	2 265	1,269 6	7,394
0,10	99,64	0,001 043 2	1,694	417,4	2 675	2 258	1,302 6	7,360
0,15	111,38	0,001 052 7	1,156	467,2	2 693	2 226	1,433 6	7,223
0,2	120,23	0,001 060 5	0,885 4	504,8	2 707	2 202	1,530 2	7,127
0,3	133,54	0,001 073 3	0,605 7	561,4	2 725	2 164	1,672	6,992
0,4	143,62	0,001 083 6	0,462 6	604,7	2 738	2 133	1,777	6,897
0,5	151,84	0,001 092 7	0,374 7	640,1	2 749	2 109	1,860	6,822
0,6	158,84	0,001 100 7	0,315 6	670,5	2 757	2 086	1,931	6,761
0,7	164,96	0,001 108 1	0,272 7	697,2	2 764	2 067	1,992	6,709
0,8	170,42	0,001 114 9	0,240 3	720,9	2 769	2 048	2,046	6,663
0,9	175.35	0,001 121 3	0,214 9	742,8	2 774	2 031	2,094	6,623
1,0	179,88	0,001 127 3	0,194 6	762,2	2 778	2 015	2,138	6,587
1,2	187,95	0,001 138 5	0,163 3	798,3	2 785	1 987	2,216	6,523
1,4	195,04	0,001 149 0	0,140 8	830,3	2 790	1 960	2,284	6,469
1,6	201,36	0,001 158 6	0,123 8	858,3	2 793	1 935	2,344	6,422
1,8	207,10	0,001 168 7	0,110 4	884,4	2 796	1 912	2,397	6,379
2,0	212,37	0,001 176 6	0,099 58	908,5	2 799	1 891	2,447	6,340
2,2	217,24	0,001 185 1	0,090 68	930,9	2 801	1 870	2,492	6,305
2,4	221,77	0,001 193 2	0,083 24	951,8	2 802	1 850	2,534	6,272
2,6	226,03	0,001 201 2	0,076 88	971,7	2 803	1 831	2,573	6,242
2,8	230,04	0,001 208 8	0,071 41	990,4	2 803	1 813	2,611	6,213
3,0	233,83	0,001 216 3	0,066 65	1 008,3	2 804	1 796	2,646	6,186
3,5	242,54	0,001 234 5	0,057 04	1 049 8	2 803	1 753	2,725	6,125
4,0	250,33	0,001 252 0	0,049 77	1 087 5	2 801	1 713	2,796	6,070
5,0	263,91	0,001 265 7	0,039 44	1 154,4	2 794	1 640	2,921	5,973
6,0	275,56	0,001 316 5	0,032 43	1 213 9	2 785	1 571	3,027	5,890
7,0	285,80	0,001 351 0	0,027 37	1 267,4	2 772	1 505	3,122	5,814
8,0	294,98	0,001 383 8	0,023 52	1 317 0	2 758	1 441	3,208	5,745
9,0	303,32	0,001 417 4	0,020 46	1 363,7	2 743	1 379	3,287	5,678
10	310,96	0,001 452 1	0,018 03	1 407,7	2 725	1 317	3,360	5,615

Sytá vodní pára a voda – uspořádání podle tlaku Pokračování

Tlak p (MPa)	Teplota syté páry t'' (°C)	Měrný objem vody v' ($m^3\,kg^{-1}$)	Měrný objem syté páry v'' ($m^3\,kg^{-1}$)	Entalpie vody H' ($kJ\,kg^{-1}$)	Entalpie syté páry H'' ($kJ\,kg^{-1}$)	Měrné výparné teplo $l_{2,3}$ ($kJ\,kg^{-1}$)	Měrná entropie vody s' ($kJ\,kg^{-1}\,K^{-1}$)	Měrná entropie syté páry s'' ($kJ\,kg^{-1}\,K^{-1}$)
11	318,04	0,001 489	0,015 98	1 450,2	2 705	1 255	3,430	5,553
12	324,63	0,001 527	0,014 26	1 491,1	2 685	1 194	3,496	5,492
13	330,81	0,001 567	0,012 77	1 531,5	2 662	1 131	3,561	5,432
14	336,63	0,001 611	0,011 49	1 570,8	2 638	1 067	3,623	5,372
15	342,11	0,001 658	0,010 35	1 610,0	2 611	1 001	3,684	5,310
16	347,32	0,001 710	0,009 32	1 650,0	2 582	932	3,746	5,247
17	352,26	0,001 768	0,006 382	1 690,0	2 548	858	3,807	5,177
18	356,96	0,001 837	0,007 504	1 732,0	2 510	778	3,871	5,107
19	361,44	0,001 921	0,006 68	1 776,0	2 466	690	3,938	5,027
20	365,71	0,002 04	0,005 85	1 827,0	2 410	583	4,015	4,928
21	369,79	0,002 21	0,004 98	1 888,0	2 336	448	4,108	4,803
Kritické hodnoty:								
22,129	374,15	0,003 26	0,003 26	2 100	2 100	0	4,430	4,430

Fyzikální hodnoty zemních plynů[1)]

		Jednotka	Skupina L	Skupina H	
Složení plynu	CH_4	Mol - %	84,2[2)]	86,6[3)]	98,2[4)]
látkový podíl	C_2H_6	Mol - %	3,5	6,9	0,5
	C_3H_8	Mol - %	0,6	1,6	0,2
	C_4H_{10+}	Mol - %	0,4	0,6	0,1
	N_2	Mol - %	9,8	3,0	0,9
	CO_2	Mol - %	1,5	1,3	0,1
Hustota	ρ_n	kg/m^3	0,83	0,83	0,73
Spalné teplo	$H_{o,n}$	kWh/m^3	10,31	11,60	11,06
Výhřevnost	$H_{u,n}$	kWh/m^3	9,31	10,48	9,97
Meze zápalnosti v obj. % plynu ve vzduchu	$Z_u Z_o$	%	4,6 - 16,1	4,9 - 16,2	4,9 - 16,2
Zápal. teplota se vzduchem	t_z	°C	640	640	
Potřeba vzduchu	($\lambda = 1$)	m^3/m^3	8,98	10,08	9,54

[1)] Průměrné roční hodnoty 1997 vybraných plynů, [2)] ZP z Nizozemí

[3)] ZP H (okruh Severního moře norský plyn), [4)] ZP H (ruský plyn)

Vlhký vzduch při tlaku 98 100 Pa

Teplota	Sytá vodní pára			Vzduch		
t (°C)	p''_p (Pa)	ϱ''_p (kg m^{-3})	H''_p (kJ kg^{-1})	x''_v (kg kg^{-1} s.v.)	H''_v (kJ kg^{-1})	ϱ''_v (kg m^{-3})
−20	103,0	0,008 890	2 465	0,000 633	−18,570	1,350
−18	124,7	0,001 058	2 469	0,000 792	−26,210	1,338
−16	150,4	0,001 267	2 472	0,000 955	−13,790	1,329
−14	181,0	0,001 509	2 476	0,001 149	−11,290	1,319
−12	217,0	0,001 799	2 479	0,001 378	−8,692	1,308
−10	259,6	0,002 136	2 463	0,001 650	−5,995	1,298
−9	263,4	0,002 323	2 485	0,001 801	−4,605	1,294
−8	309,6	0,002 527	2 487	0,001 968	−3,178	1,289
−7	337,7	0,002 747	2 488	0,002 148	−1,721	1,284
−6	368,2	0,002 985	2 490	0,002 343	−0,221 9	1,279
−5	401,2	0,003 238	2 492	0,002 553	+1,315	1,274
−4	436,9	0,003 514	2 494	0,002 782	+2,897	1,270
−3	475,6	0,003 812	2 495	0,003 029	+4,530	1,265
−2	517,3	0,004 131	2 497	0,003 297	+6,213	1,260
−1	562,4	0,004 474	2 499	0,003 586	7,947	1,255
0	610,8	0,004 827	2 500	0,003 896	9,743	1,251
1	656,5	0,005 182	2 502	0,004 188	11,07	1,246
2	705,4	0,005 555	2 505	0,004 502	13,14	1,242
3	757,4	0,005 945	2 506	0,004 838	15,15	1,237
4	812,9	0,006 357	2 508	0,005 195	17,07	1,233
5	871,8	0,006 793	2 510	0,005 575	19,04	1,228
6	934,6	0,007 256	2 512	0,005 980	21,07	1,224
7	1 001,1	0,007 746	2 514	0,006 411	23,18	1,220
8	1 072	0,008 263	2 515	0,006 870	25,35	1,215
9	1 142	0,008 815	2 517	0,007 359	27,60	1,211
10	1 227	0,009 308	2 519	0,007 880	29,94	1,207
11	1 312	0,010 01	2 521	0,008 430	32,35	1,202
12	1 401	0,010 66	2 523	0,009 018	34,86	1,198
13	1 497	0,011 34	2 525	0,009 636	37,44	1,194
14	1 597	0,012 06	2 527	0,010 29	40,13	1,190
15	1 704	0,012 82	2 528	0,010 99	42,94	1,186
16	1 817	0,013 63	2 530	0,013 63	45,85	1,182
17	1 936	0,014 47	2 532	0,012 52	48,86	1,178
18	2 062	0,015 36	2 533	0,013 36	52,00	1,174
19	2 196	0,016 30	2 536	0,014 24	55,29	1,170
20	2 337	0,018 29	2 537	0,015 18	58,28	1,166
22	2 642	0,019 42	2 541	0,017 22	65,98	1,158
24	2 982	0,021 77	2 545	0,019 51	73,86	1,150
26	3 360	0,024 37	2 548	0,022 08	82,48	1,142
28	3 778	0,027 26	2 552	0,024 93	91,86	1,135
30	4 241	0,030 36	2 556	0,028 13	102,2	1,127
32	4 753	0,033 81	2 559	0,031 71	113,4	1,120
34	5 318	0,037 38	2 561	0,035 69	125,8	1,112
36	5 940	0,041 72	2 567	0,040 15	139,5	1,105
38	6 624	0,046 23	2 570	0,045 11	154,3	1,099
40	7 375	0,051 15	2 574	0,050 65	170,7	1,091
45	9 582	0,065 45	2 582	0,067 48	219,7	1,074
50	12 330	0,083 02	2 592	0,089 74	283,0	1,057

TECHNICKÉ KRESLENÍ

NORMÁLNÍ DÉLKOVÉ ROZMĚRY

Výběr z ČSN 01 0202
Účinnost od 1. 1. 1990

Hodnoty v mm

Řady					Řady				
Ra 5	Ra 10	Ra 20	Ra 40	Doplňkové rozměry	Ra 5	Ra 10	Ra 20	Ra 40	Doplňkové rozměry
1,0	1,0	1,0	1,0		6,3	8,0	8,0	8,0	8,2
			1,05					8,5	8,8
		1,1	1,1				9,0	9,0	9,2
			1,15					9,5	9,8
	1,2	1,2	1,2	1,25	10	10	10	10	10,2
			1,3	1,35				10,5	10,8
		1,4	1,4	1,45			11	11	11,2
			1,5	1,55				11,5	11,8
1,6	1,6	1,6	1,6	1,65		12	12	12	12,5
			1,7	1,75				13	13,5
		1,8	1,8	1,85			14	14	14,5
			1,9	1,95				15	15,5
2,0	2,0	2,0	2,05	16	16	16	16	16,5	
			2,1	2,15				17	17,5
		2,2	2,2	2,3			18	18	18,5
			2,4					19	19,5
2,5	2,5	2,5	2,5			20	20	20	20,5
			2,6	2,7				21	21,5
		2,8	2,8	2,9			22	22	23
			3,0	3,1				24	
	3,2	3,2	3,2	3,3	25	25	25	25	
			3,4	3,5				26	27
		3,6	3,6	3,7			28	28	29
			3,8	3,9				30	31
4,0	4,0	4,0	4,0	4,1		32	32	32	33
			4,2	4,4				34	35
		4,5	4,5	4,6			36	36	37
			4,8	4,9				38	39
	5,0	5,0	5,0	5,2	40	40	40	40	41
			5,3	5,5				42	44
		5,6	5,6	5,8			45	45	46
			6,0	6,2				48	49
6,3	6,3	6,3	6,3	6,5		50	50	50	52
			6,7	7,0				53	55
		7,1	7,1	7,3			56	56	58
			7,8	7,8				60	62

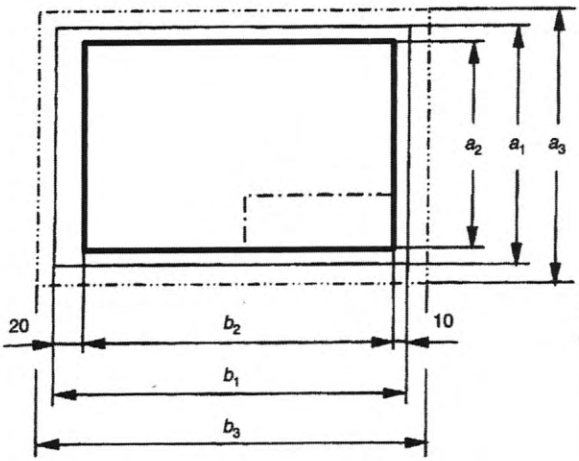
Normální délkové rozměry

Pokračování

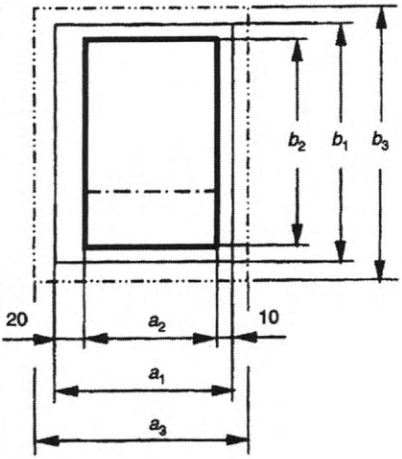
Řady					Řady				
Ra 5	Ra 10	Ra 20	Ra 40	Doplňkové rozměry	Ra 5	Ra 10	Ra 20	Ra 40	Doplňkové rozměry
63	63	63	63	65	400	500	500	500	515
			67	70				530	545
		71	71	73			560	560	580
			75	78				600	615
	80	80	80	82	630	630	630	630	650
			85	88				670	690
		90	90	92			710	710	730
			95	98				750	775
100	100	100	100	102		800	800	800	825
			105	108				850	875
		110	110	112			900	900	925
			120	115				950	975
				118					
	125	125	125	135	1 000	1 000	1 000	1 000	1 030
			130	145				1 060	1 090
		140	140	155			1 120	1 120	1 150
			150					1 180	
160	160	160	160	165		1 250	1 250	1 250	1 220
			170	175				1 320	1 280
		180	180	185			1 400	1 400	1 360
			190	195				1 500	1 450
									1 550
	200	200	200	205	1 600	1 600	1 600	1 600	1 650
			210	215				1 700	1 750
		220	220	230			1 800	1 800	1 850
			240					1 900	1 950
250	250	250	250	270		2 000	2 000	2 000	2 060
			260	290				2 120	2 180
		280	280	310			2 240	2 240	2 300
			300					2 360	
	320	320	320	330	2 500	2 500	2 500	2 500	2 580
			340	350				2 650	2 720
		360	360	370			2 800	2 800	2 900
			380	390				3 000	3 070
400	400	400	400	410		3 150	3 150	3 150	3 250
			420	440				3 350	3 450
		450	450	460			3 550	3 550	3 650
			480	490				3 750	3 870

TECHNICKÁ DOKUMENTACE – ROZMĚRY A ÚPRAVA VÝKRESOVÝCH LISTŮ

Výběr z ČSN EN ISO 5457
(01 3110)
Účinnost od 1. 12. 2010



Obr. 1 Formáty A3 až A0



Obr. 2 Formát A4

ROZMĚRY OŘÍZNUTÝCH A NEOŘÍZNUTÝCH LISTŮ A ROZMĚRY KRESLICÍ PLOCHY

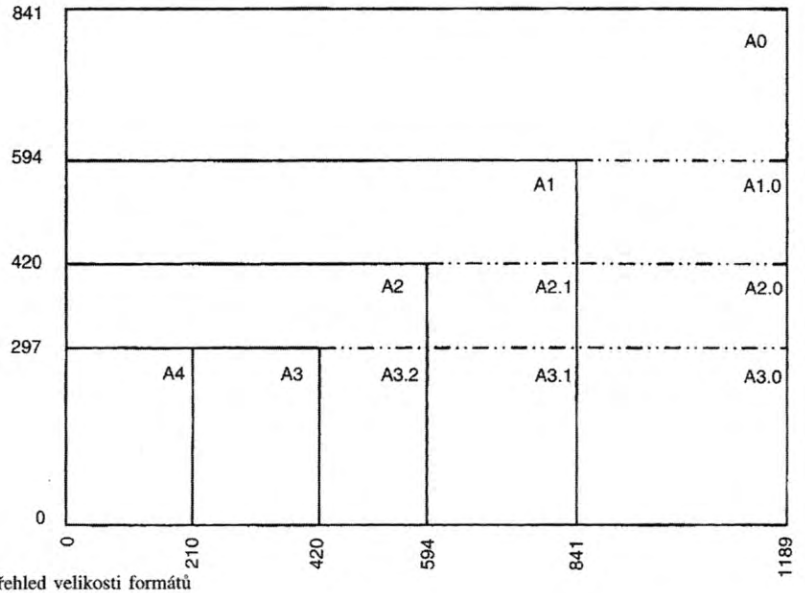
Rozměry v mm

Označení	Obrázek	Oříznutý list (T)		Kreslicí plocha		Neoříznutý list (U)	
		a_1 [1])	b_1 [1])	a_2 ±0,5	b_2 ±0,5	a_3 ±2	b_3 ±2
A0	1	841	1 189	821	1 159	880	1 230
A1	1	594	841	574	811	625	880
A2	1	420	594	400	564	450	625
A3	1	297	420	277	390	330	450
A4	2	210	297	180	277	240	330
Poznámka – Rozměry větší než A0 viz ISO 216.							
[1]) Mezní úchylky viz ISO 216.							

Prodloužené formáty

Prodloužené formáty se mohou používat ve výjimečných případech. Jsou tvořeny kombinací rozměrů kratších stran (např. A3) a delších stran větších formátů ISO-A (např. A1). Kombinací vznikne nový formát označený například A3.1. Systém tvorby prodloužených formátů je patrný z obrázku 3.

Rozměry v mm



Obr. 3 Přehled velikosti formátů

GRAFICKÉ PRVKY

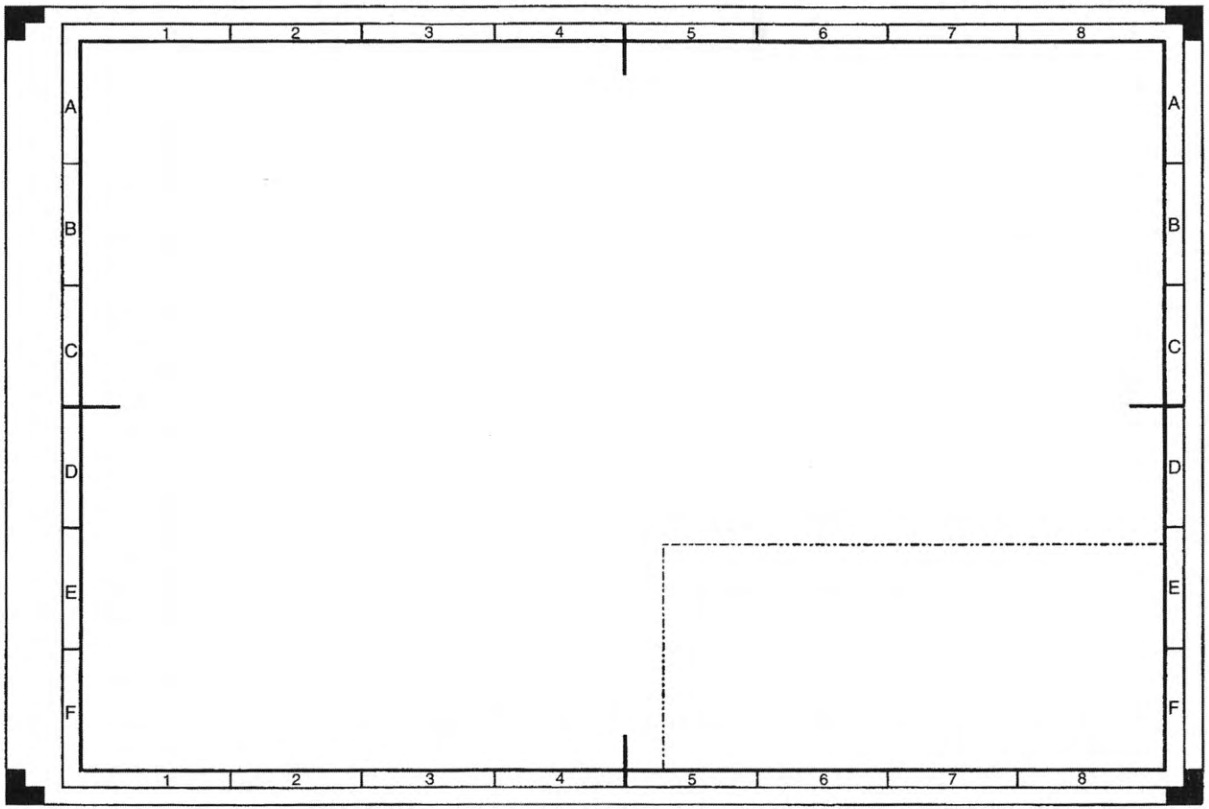
Popisové pole

Rozměry a úpravy popisového pole jsou uvedeny v ISO 7200.

Na formátech A0 až A3 se popisové pole umisťuje do pravého dolního rohu kreslicí plochy. Tyto formáty je dovoleno používat pouze horizontálně orientované (viz obrázek 1).

Na formátu A4 se popisové pole umisťuje dolů na kratší stranu kreslicí plochy. Formát A4 je dovoleno používat pouze vertikálně orientovaný (viz obrázek 2).

Směr čtení výkresu je shodný se směrem čtení popisového pole.



Příklad úpravy výkresového listu A3

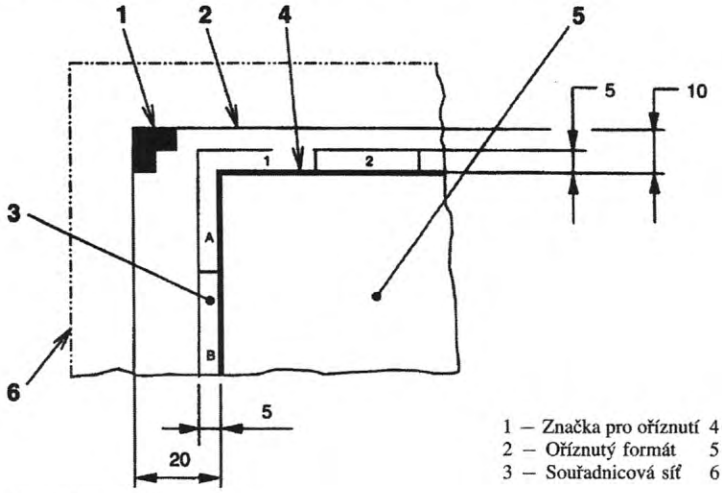
Okraje a orámování

Každý výkresový list musí mít mezi orámováním kreslicí plochy a oříznutým formátem okraj o šířce 20 mm vlevo, 10 mm vpravo, nahoře a dole (obr. 4).

Levého okraje se může využít pro svázání výkresů do složky.

K orámování kreslicí plochy se používá souvislé čáry tloušťky 0,7 mm.

Rozměry v mm



1 – Značka pro oříznutí 4 – Orámování kreslicí plochy
2 – Oříznutý formát 5 – Kreslicí plocha
3 – Souřadnicová síť 6 – Kreslicí list

Obr. 4 Orámování

Středicí značky

Středicí značky sloužící k usnadnění umístění výkresu při reprodukci nebo mikrosnímkování tvoří čtyři značky umístěné s tolerancí souměrnosti 1 mm uprostřed každé strany ořízntého listu. Tvar středicích značek může být libovolný, doporučují se úsečky zasahující 10 mm do kreslicí plochy, kreslené čarou tloušťky 0,7 mm, začínají na orámování souřadnicové sítě (obrázek 5).

Na formátech větších než A0 se doporučuje umístit další středicí značky v ose každé sekce, která se vejde na jeden snímek.

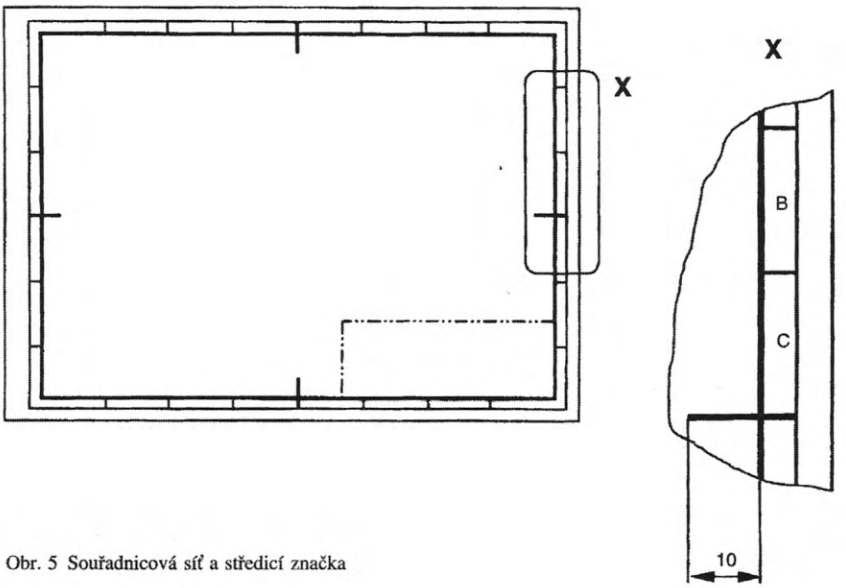
Souřadnicová síť

Kreslicí plocha se pro snadnější lokalizaci prvků na výkresu dělí na pole (obrázek 5).

Jednotlivá pole jsou označena shora dolů písmeny velké abecedy (s výjimkou I a O) a zleva doprava čísly. Označení se umisťuje po všech stranách kreslicí plochy, na formát A4 pouze nahoře a vpravo.

Velikost číslic a písmen je 3,5 mm, používá se kolmého písma podle ČSN EN ISO 3098-0. Délka polí je 50 mm měřeno od středicích značek. Počet polí závisí na formátu (tabulka Počty polí). Vzniklé rozdíly se vyrovnávají v rozích formátu.

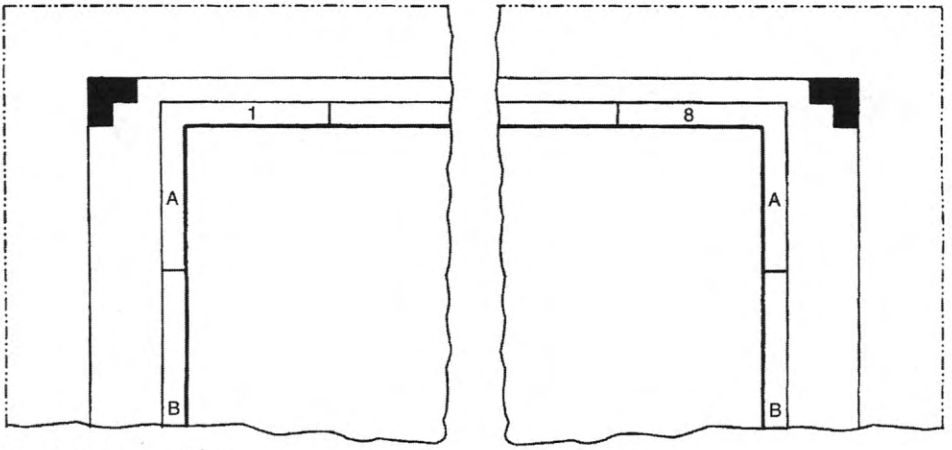
Číslice a písmena se umisťují dovnitř rámečku kresleného souvislou čarou tloušťky 0,35 mm.



Obr. 5 Souřadnicová síť a středicí značka

Počty polí

Označení	**A0**	**A1**	**A2**	**A3**	**A4**
Delší strana	24	16	12	8	6
Kratší strana	16	12	8	6	4



Obr. 6 Značky pro oříznutí

Úprava technických výkresů

LATINSKÁ ABECEDA, ŘECKÁ ABECEDA, ČÍSLICE A ZNAČKY PRO CAD

ČSN EN ISO 3098-1, 2, 3 a 5
(01 3115)
Účinnost od 1. 11. 2015

Písmo typu B, kolmé

Velká abeceda

Malá abeceda

Číslice

Značky

ŘECKÁ ABECEDA

Velká abeceda

alfa béta gamma delta epsilon dzéta éta théta ióta kapa

lambda mi ný xi omicron pi ró sigma tau

ypsilon fi chi psí ómega

Malá abeceda

alfa béta gamma delta epsilon dzéta éta théta ióta kapa

lambda mi ný xi omicron pi ró sigma tau

ypsilon fi chi psí ómega

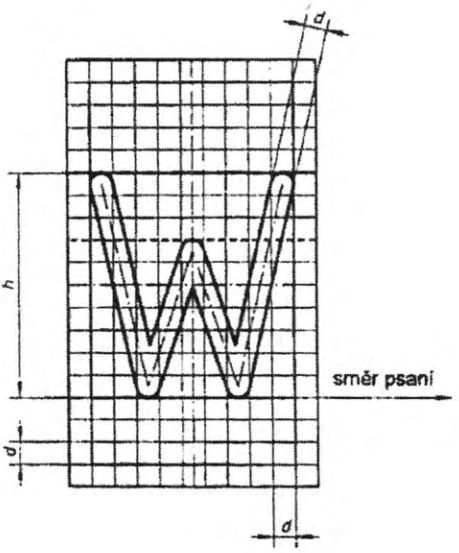
Všeobecné požadavky na písmo CAD jsou uvedeny v ČSN EN ISO 3098-5

POŽADAVKY NA PÍSMO CAD

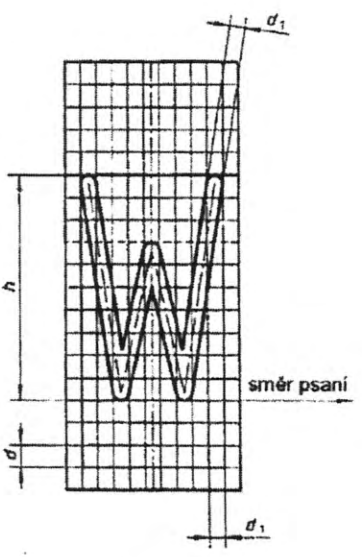
Typy písma CAD jsou:
- písmo typu CB, kolmé (V) podle obrázku 1 (přednostní provedení)
- písmo typu CB, šikmé (S);
- písmo typu CA, kolmé (V) podle obrázku 2;
- písmo typu CA, šikmé (S).

Rozměry těchto typů písma CAD jsou uvedeny v tabulce 1:

Poznámka – Na rozdíl od typu CB může být šířka písmen a číslic a tloušťka čáry písma typu CA redukována součinitelem $\sqrt{2}$ (odpovídá přibližně písmu typu A podle ČSN EN ISO 3098-2).



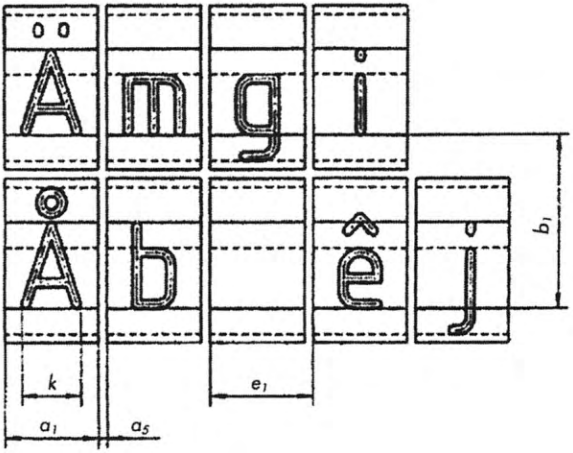
Obr. 1



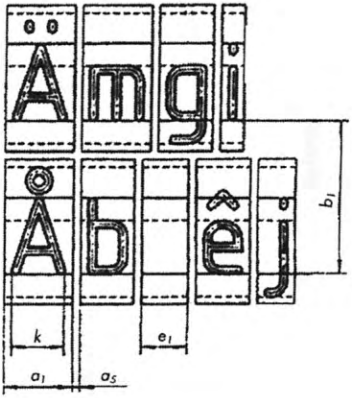
Obr. 2

Mezery mohou být:
- konstantní (T), viz obr. 3;
- proporciální (P), viz obr. 4.

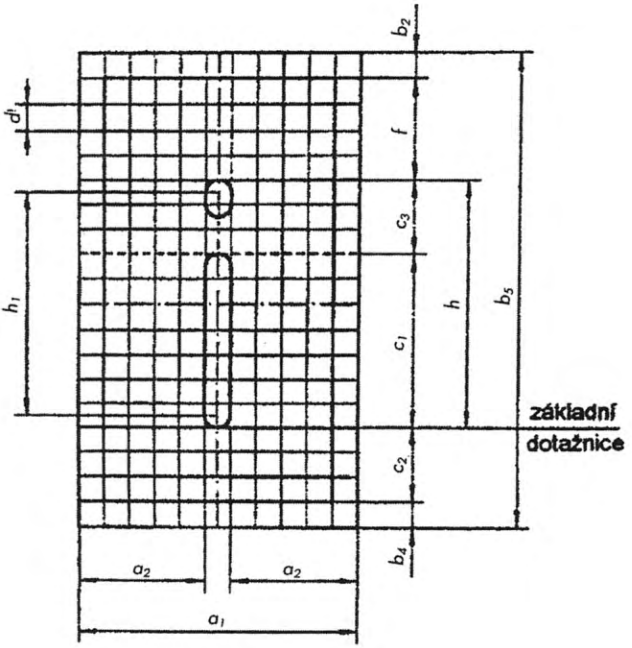
Každý typ z typografické sady se vepisuje do rámečku. Prvky typů se umisťují do mřížky. Pro každý řez písma z typografické sady jsou stanoveny:
a) rozměry (viz obr. 5 a 6), tvar a umístění;
b) provedení mezer (viz obr. 3 a 4);



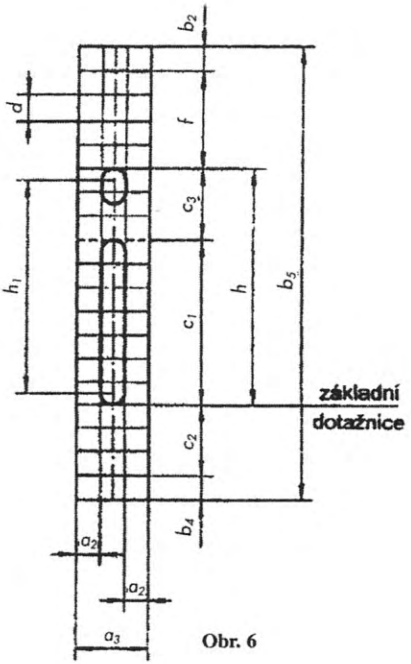
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6

Tab. 1 – Rozměry písma typu CB a CA

Rozměry v mm

Charakteristický rozměr			Násobek h	Rozměry							
Výška písma		h	(10/10)h	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Výška písmen malé abecedy		c_1	(7/10)h	1,26	1,75	2,5[3]	3,5	5[3]	7	10[3]	14
Dolní dotah písmen malé abecedy		c_2	(3/10)h	0,54	0,75	1,05	1,5	2,1	3	4,2	6
Horní dotah písmen malé abecedy		c_3									
Mezera pro diakritická znaménka (pro písmena velké abecedy)		f	(4/10)h	0,72	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8
Šířka písma (pro písmo typu CB)[1]		k	–								
Rozteč		h_1	(9/10)h	1,62	2,25	3,15	4,5	6,3	9	12,6	18
Šířka rámečku (pro písmo typu CB)[1]	T	a_1	(11/10)h	1,98	2,75	3,85	5,5	7,7	11	15,4	22
	P	a_3	(2/10)h+k								
Vzdálenost základních dotažnic[2]		b_1	(19/10)h	3,42	4,75	6,65	9,5	13,3	19	26,6	38
Výška rámečku		b_5	(19/10)h								
Horizontální mezera mezi okraji rámečku a písmenem (písmo typu CB)[1]	T	a_2	(a_1 – k)/2								
	P	a_4	(1/10)h								
Vertikální mezera mezi okraji rámečku a písmenem		b_4	(1/10)h	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2
Tloušťka čáry	Písmo typu CB	d	(1/10)h								
	Písmo typu CA	d_1	(1/14)h	0,13[3]	0,18[3]	0,25	0,35	0,5	0,7[3]	1	1,45[3]
Mezera mezi slovy (písmo typu CB)[1]	P	e_1	(6/10)h	1,08	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12
	T	e_2	(11/10)h	1,98	2,75	3,85	5,5	7,7	11	15,4	22
Mezera mezi rámečky		a_5	≥ 0	–							

[1] Pro písmo typu CA jsou rozměry k, a_1, a_2, a_3, a_4, e_1, e_2 odvozeny z rozměrů písma typu CB podělením $\sqrt{2}$
[2] Pro písmo s diakritickými znaménky; rozměry b_2 a b_3 viz ISO 3098-0:1997.
[3] Zaokrouhlené hodnoty.

MĚŘÍTKA

Výběr z ČSN ISO 5455
(01 3112)
Účinnost od 1. 3. 1996

Doporučená měřítka pro technické výkresy

Druh	Doporučená měřítka		
Měřítka zvětšení	50 : 1 5 : 1	20 : 1 2 : 1	10 : 1
Skutečná velikost			1 : 1
Měřítka zmenšení	1 : 2 1 : 20 1 : 200 1 : 2000	1 : 5 1 : 50 1 : 500 1 : 5000	1 : 10 1 : 100 1 : 1000 1 : 10000

Úplné označení měřítka:
- pro skutečnou velikost: MĚŘÍTKO 1 : 1
- pro zvětšení : MĚŘÍTKO *X* : 1
- pro zmenšení : MĚŘÍTKO 1 : *X*

Nemůže-li dojít k nedorozumění, slovo „MĚŘÍTKO" se nemusí uvádět.

Označení měřítka užitého na výkrese se zapisuje do popisového pole výkresu.
Je-li zapotřebí užít na výkrese více než jedno měřítko, zapisuje se do popisového pole měřítko hlavního obrazu, všechna ostatní měřítka se zapisují k odkazu na položku nebo k písmenu označujícímu tvarovou podrobnost (nebo řez).

TYPY ČAR A JEJICH VÝZNAM NA STROJNICKÝCH VÝKRESECH

Čára		Význam	Odkaz na ISO
Číslo	Název a zobrazení		
01.1	Souvislá tenká čára	.1 neurčité průniky	–
		.2 kótovací čáry	129
		.3 pomocné kótovací (vynášecí) čáry	129
		.4 odkazové čáry	128-22
		.5 šrafy	128-50
		.6 obrysy otočeného a vkresleného průřezu	128-40
		.7 krátké osy	–
		.8 množina závitových den	6410-1
		.9 hraničící značky kótovacích čar	129
		.10 úhlopříčky pro vyznačení rovinných ploch	–
		.11 čáry ohybu ohýbaných součástí	–

Čára Název a zobrazení	Význam	Odkaz na ISO
Souvislá tenká čára	.12 orámování tvarových podrobnosti	–
	.13 zobrazení opakujících se prvků	–
	.14 vyznačení roviny kótování průměru kužele	3040
	.15 umístění lamel, plechů	–
	.16 promítací přímky	–
	.17 mřížka	–
Souvislá tenká čára kreslená od ruky	.18 přednostní od ruky kreslené ukončení nebo přerušení obrazu (pohledu, řezu, průřezu), jestliže čára není současně osou souměrnosti nebo středicí přímkou[a])	–
Souvislá tenká čára se zlomy	.19 počítačem kreslené ukončení nebo přerušení obrazu (pohledu, řezu, průřezu), jestliže čára není současně osou souměrností nebo středicí přímkou[a])	–
Souvislá tlustá čára	.1 viditelné hrany	128-30
	.2 viditelné obrysy	128-30
	.3 množina závitových hřbetů	6410-1
	.4 ukončení délky závitu	6410-1
	.5 přednostní čáry v grafech, mapách, schématech	–
	.6 zobrazení prutů ve schématech kovových konstrukcí	5261
	.7 dělicí plochy odlitků a zápustkových výkovků	10135
	.8 čáry šipek u řezů a průřezů	128-40
Čárkovaná tenká čára	.1 zakryté hrany	128-30
	.2 zakryté obrysy	128-30
Čárkovaná tlustá čára	.1 označení ploch s povolenými povrchovými úpravami	–
Čerchovaná tenká čára s dlouhými čárkami	.1 osy	–
	.2 stopy rovin souměrnosti („osy souměrnosti“)	–
	.3 roztečné kružnice ozubení	2203
	.4 roztečná kružnice děr	–

Typy čar a jejich význam — Pokračování

Čára Název a zobrazení	Význam	Odkaz na ISO
Čerchovaná tlustá čára s dlouhými čárkami ——— · ———	.1 označení ploch povrchově upravených, např. tepelně zpracovaných	—
	.2 označení rovin řezů	128-40
Čerchovaná tenká čára se dvěma tečkami ——— · · ——— · · ——— · · ——— · · ———	.1 obrysy sousedících částí	—
	.2 krajní polohy pohyblivých částí	—
	.3 neutrální vlákna	—
	.4 výchozí tvary před tvářením	—
	.5 zobrazení části před nákresnou	—
	.6 obrysy alternativního provedení	—
	.7 obrysy konečného tvaru v předvýkovku	10135
	.8 ohraničení části plochy	—
	.9 prodloužené toleranční pole	10578
[a]) Doporučuje se na jednom výkresu užívat jen jednoho z obou způsobů.		

TLOUŠŤKY ČAR A SKUPINY ČAR

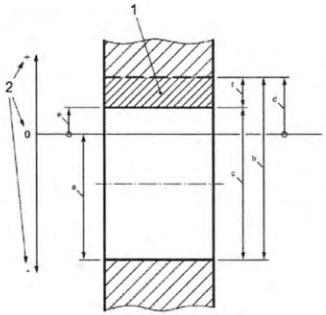
Na výkresech pro strojírenství se běžně užívají dvě tloušťky čar. Poměr mezi tloušťkami těchto čar je 1 : 2. Skupiny čar jsou stanoveny v tabulce.

Skupina čar	Tloušťka čáry pro čáry číslo	
	01.2 – 02.2 – 04.2	01.1 – 02.1 – 04.1 – 05.1
0,25	0,25	0,13
0,35	0,35	0,18
0,5[a])	0,5	0,25
0,7[a])	0,7	0,35
1	1	0,5
1,4	1,4	0,7
2	2	1
[a]) Přednostní skupiny čar.		

Tloušťky a skupiny čar se volí podle typu, formátu a měřítka výkresu a podle požadavků pro mikrografické zpracování výkresů nebo podle způsobu reprodukce.

ZÁKLADNÍ TOLERANCE, ÚCHYLKY A ULOŽENÍ

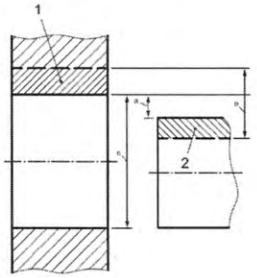
Výběr z ČSN EN ISO 286-1 (01 4201)
Účinnost od 1. 5. 2011



Obr. 1 Zobrazení definic
(v příkladu použita díra)

1 toleranční interval
2 znaménko pro úchylky
a jmenovitý rozměr
b horní mezní rozměr
c dolní mezní rozměr
d horní mezní úchylka
e dolní mezní úchylka (v tomto případě také fundamentální úchylka)
f tolerance

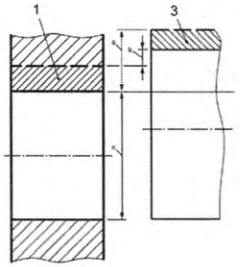
POZNÁMKA: Horizontální souvislá čára, která omezuje toleranční interval, představuje fundamentální úchylky pro díru. Přerušovaná čára, která omezuje toleranční interval, představuje jinou mez úchylky pro díru.



Obr. 2 Zobrazení definic uložení s vůlí (jmenovitý model)

1 toleranční interval díry
2 toleranční interval hřídele, případ 1: pokud je horní mezní rozměr hřídele menší než dolní mezní rozměr díry, je minimální vůle větší než nula
3 toleranční interval hřídele, případ 2: pokud je horní mezní rozměr hřídele stejný jako dolní mezní rozměr díry, je minimální vůle nulová
a minimální vůle
b maximální vůle
c jmenovitý rozměr = dolní mezní rozměr díry

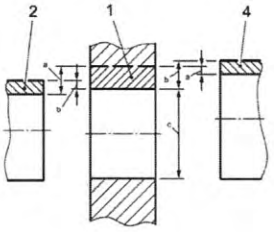
POZNÁMKA: Horizontální souvislá čára, která omezuje toleranční intervaly, představuje fundamentální úchylky. Přerušovaná čára, která omezuje toleranční intervaly, představuje jiné mezní úchylky.



Obr. 3 Zobrazení definic uložení s přesahem (jmenovitý model)

1 toleranční interval díry
2 toleranční interval hřídele, případ 1: pokud je dolní mezní rozměr hřídele stejný jako horní mezní rozměr díry, je minimální přesah roven nule
3 toleranční interval hřídele, případ 2: pokud je dolní mezní rozměr hřídele větší než horní mezní rozměr díry, je minimální přesah větší než nula
a maximální přesah
b minimální přesah
c jmenovitý rozměr = dolní mezní rozměr díry

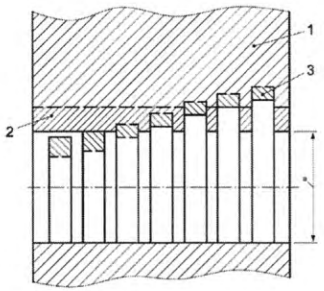
POZNÁMKA: Horizontální souvislá čára, která omezuje toleranční intervaly, představuje fundamentální úchylky. Přerušovaná čára, která omezuje toleranční intervaly, představuje jiné mezní úchylky.



Obr. 4 Zobrazení definic přechodného uložení (jmenovitý model)

1 toleranční interval díry
2-4 toleranční interval hřídele (jsou uvedena některá možná umístění)
a maximální vůle
b maximální přesah
c jmenovitý rozměr = dolní mezní rozměr díry

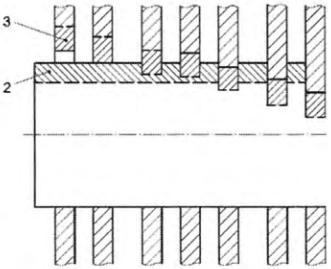
POZNÁMKA: Horizontální souvislá čára, která omezuje toleranční intervaly, představuje fundamentální úchylky. Přerušovaná čára, která omezuje toleranční intervaly, představuje jiné mezní úchylky.



Obr. 5 Systém uložení základní díry

1 základní díra „H"
2 toleranční interval základní díry
3 toleranční interval různých hřídelů
a jmenovitý rozměr

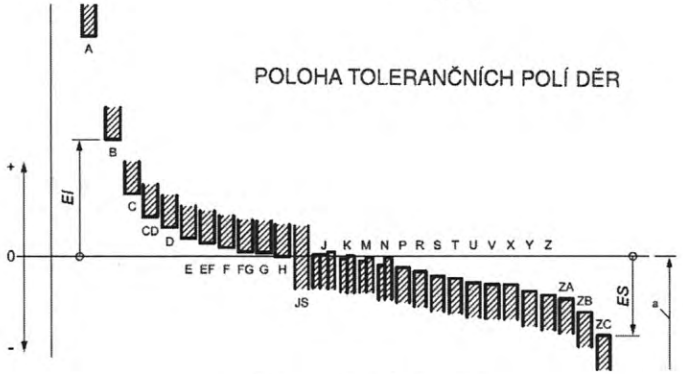
POZNÁMKA 1: Horizontální souvislá čára, která omezuje toleranční intervaly, představuje fundamentální úchylky pro základní díru a různé hřídele.
POZNÁMKA 2: Přerušovaná čára, která omezuje toleranční intervaly, představuje jiné mezní úchylky.
POZNÁMKA 3: Obrázek zobrazuje možné kombinace mezi základní dírou a různými hřídeli, související s jejich normalizovanými tolerančními stupni.
POZNÁMKA 4: Možné příklady uložení základní díry jsou H7/h6, H6/k5, H6/p4.



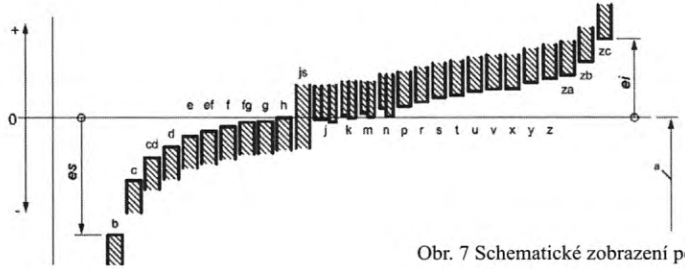
Obr. 6 Systém uložení základního hřídele

1 základní hřídel „h"
2 toleranční interval základního hřídele
3 toleranční interval různých děr
a jmenovitý rozměr

POZNÁMKA 1: Horizontální souvislá čára, která omezuje toleranční intervaly, představuje fundamentální úchylky pro základní hřídel a různé díry.
POZNÁMKA 2: Přerušovaná čára, která omezuje toleranční intervaly, představuje jiné mezní úchylky.
POZNÁMKA 3: Obrázek zobrazuje možné kombinace mezi základním hřídelem a různými dírami, související s jejich normalizovanými tolerančními stupni.
POZNÁMKA 4: Možné příklady uložení základního hřídele jsou h6/G7, h6/H6, h6/M6.



a) Díry (vnitřní rozměrový prvek)



Obr. 7 Schematické zobrazení polohy základních úchylek

Vzorce pro základní tolerance

Pro toleranční stupeň IT01, IT0 a IT1

Hodnoty v μm

Toleranční stupeň	Vzorec pro výpočet
IT01	$0,3 + 0,008D$
IT0	$0,5 + 0,012D$
IT1	$0,8 + 0,020D$

D je geometrický průměr jmenovitých rozměrů v mm

Pro toleranční stupně IT5 až IT18

V IT5 až IT18 jsou hodnoty základních tolerancí pro jmenovité rozměry do 500 mm stanoveny jako funkce toleranční jednotky i:

$$i = 0,45 \sqrt[3]{D} + 0,001D \ (\mu m),$$

Pro rozměry 500 až 3 150 mm jako funkce toleranční jednotky I:

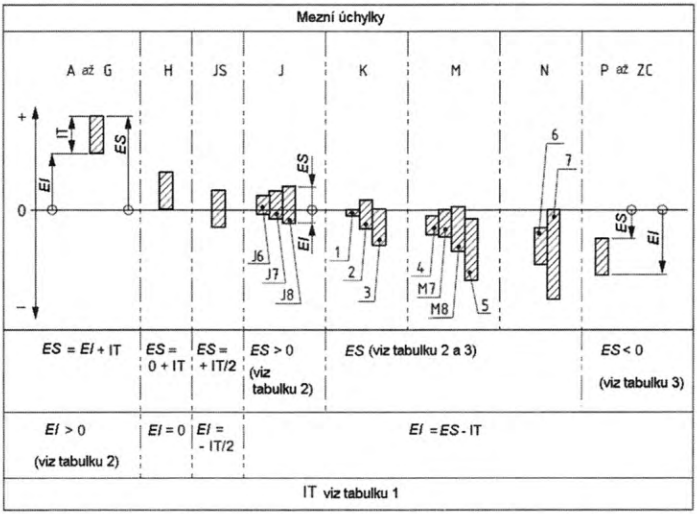
$$I = 0,004D + 2,1 \ (\mu m)$$

Vzorce pro výpočet základních tolerancí ve stupních IT1 až IT18

Jmenovitý rozměr mm		Normalizované toleranční stupně								
		IT1[1]	IT2[1]	IT3[1]	IT4[1]	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9
přes	do	Vzorce pro základní tolerance (Výsledné hodnoty v mikrometrech)								
–	500	–	–	–	–	$7i$	$10i$	$16i$	$25i$	$40i$
500	3 150	$2I$	$2,7I$	$3,7I$	$5I$	$7I$	$10I$	$16I$	$25I$	$40I$
Jmenovitý rozměr mm		Normalizované toleranční stupně								
		IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
přes	do	Vzorce pro základní tolerance (Výsledné hodnoty v mikrometrech)								
–	500	$64i$	$100i$	$160i$	$250i$	$400i$	$640i$	$1\,000i$	$1\,600i$	$2\,500i$
500	3 150	$64I$	$100I$	$160I$	$250I$	$400I$	$640I$	$1\,000I$	$1\,600I$	$2\,500I$

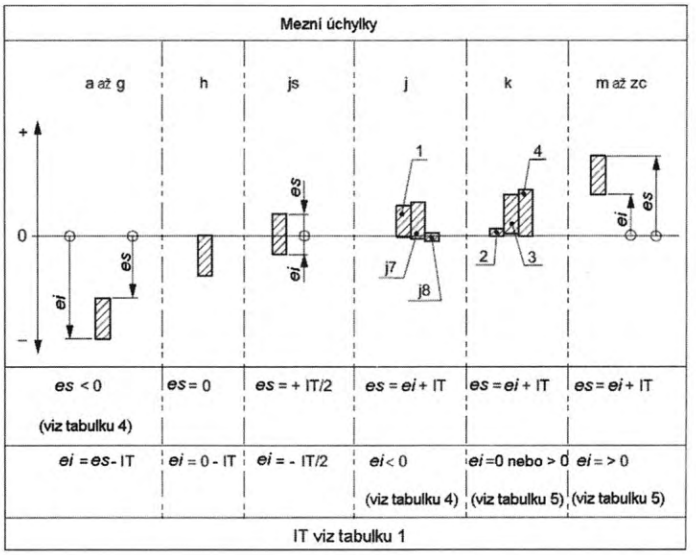
[1]) Hodnoty v IT1, IT2, IT3 a IT4 nejsou uváděny vzorce, jsou stanoveny geometrickou řadou mezi hodnotami IT1 a IT5.

Horní a dolní mezní úchylky pro díry (vnitřní prvky)



1 K1 až K3 a také K4 až K8 jsou pro rozměry, pro něž platí – < jmenovitý rozměr ≤ 3 mm
2 K4 až K8 jsou pro rozměry, pro něž platí 3 mm < jmenovitý rozměr ≤ 500 mm
3 K9 až K18
4 M1 až M6
5 M9 až M18
6 N1 až N8
7 N9 až N18

Horní a dolní mezní úchylky pro hřídele (vnější prvky)



1 j5, j6
2 k1 až k3 a k4 až k7 jsou pro rozměry, pro něž platí – < jmenovitý rozměr ≤ 3 mm
3 k4 až k7 jsou pro rozměry, pro něž platí 3 mm < jmenovitý rozměr ≤ 500 mm
4 k8 až k18

SOUSTAVA TOLERANCÍ A ULOŽENÍ ISO

Hodnoty stupňů normalizovaných tolerancí pro jmenovité rozměry až do 3150 mm

Jmenovitý rozměr mm		Stupně normalizovaných tolerancí																		
		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
Přes	Do včetně	Hodnoty normalizovaných tolerancí																			
		μm													mm						
—	3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1	1,4
3	6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6	10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10	18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18	30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
30	50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50	80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	4,6
80	120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
120	180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3
180	250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
250	315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
315	400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
400	500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4	6,3	9,7
500	630			9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7	11
630	800			10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0,8	1,25	2	3,2	5	8	12,5
800	1 000			11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9	14
1 000	1 250			13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	16,5
1 250	1 600			15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5	7,8	12,5	19,5
1 600	2 000			18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6	9,2	15	23
2 000	2 500			22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1 100	1,75	2,8	4,4	7	11	17,5	28
2 500	3 150			26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1 350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21	33

Stupně přesnosti 01 až 6 se používají k výrobě měřidel, kalibrů, stupně přesnosti 5 až 11 při výrobě v přesném a všeobecném strojírenství, stupně přesnosti 12 až 18 pro výrobu polotovarů.

Stupně přesnosti 14 až 18 se nepoužívají pro rozměry menší než 1 mm.

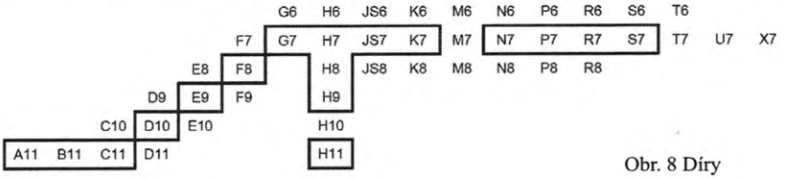
Výběr tolerančních tříd

Kdykoliv je možné, toleranční třídy by měly být vybrány z těchto odpovídajících tříd pro díry a hřídele uvedené na obr. 8 a 9. První výběr by měl být přednostně proveden z tolerančních tříd uvedených v rámečcích.

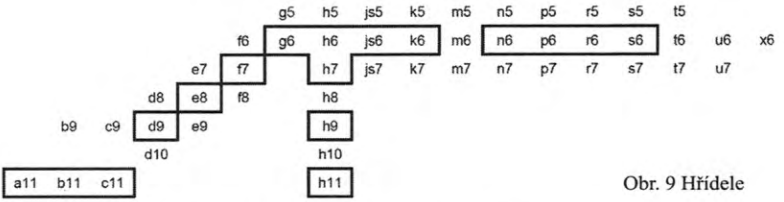
POZNÁMKA 1: Toleranční systém mezí a uložení dává možnost velmi širokého výběru mezi různými tolerančními třídami (viz obr.), i když je tento výběr omezen pouze na uvedené v ISO 286-2. Omezením výběru tolerančních tříd může být zabráněno nadbytečné rozmanitosti nástrojů a měřidel.

POZNÁMKA 2: Toleranční třídy na obr. 8 a 9 platí pouze pro všeobecné účely, které nevyžadují specifický výběr tolerančních tříd. Například potřebuje více specifických výběrů.

POZNÁMKA 3: V případě potřeby specifických aplikací mohou být úchylky js a JS nahrazeny odpovídajícími úchylkami j a J.

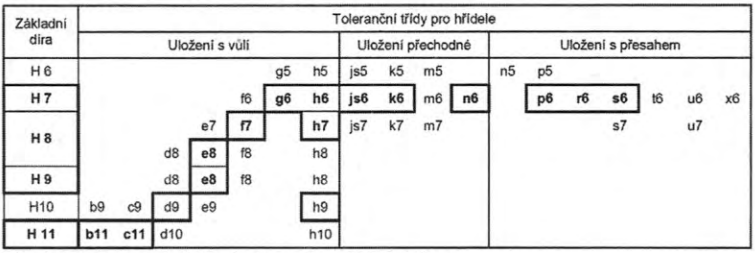


Obr. 8 Díry

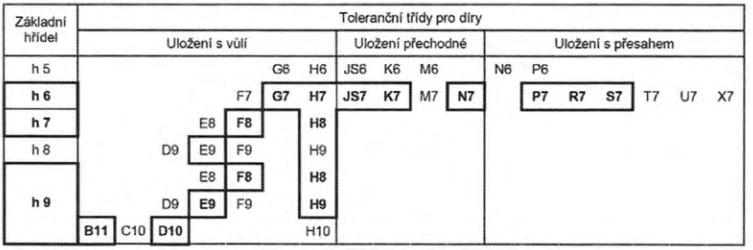


Obr. 9 Hřídele

Pro normální běžné strojírenské účely je požadované uložení jen v malém počtu z mnoha možných. Obr. 10 a 11 indikují uložení, které bude založeno na souběhu mnoha potřebných běžných technických uspořádání. Nicméně z ekonomických důvodů první výběr uložení by měl být kdykoliv možný uskutečnit v tolerančních třídách, jejichž kódy jsou vidět v rámečcích (viz obr.).



Obr. 10 Preferovaná uložení pro systém základní díry



Obr. 11 Preferovaná uložení pro systém základního hřídele

TABULKY NORMALIZOVANÝCH TOLERANČNÍCH TŘÍD A MEZNÍCH ÚCHYLEK PRO DÍRY A HŘÍDELE

Výběr z ČSN EN ISO 02 286-2 (01 4201)
Účinnost od 1. 2. 2011

Mezní úchylky pro díry (odpovídající úchylkám A, B a C)[3]

Horní mezní úchylka = ES, dolní mezní úchylka = EI

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		A[b]					B[b]						C					
Přes	Do včetně	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13
–	3[b]	+295 +270	+310 +270	+330 +270	+370 +270	+410 +270	+154 +140	+165 +140	+180 +140	+200 +140	+240 +140	+280 +140	+74 +60	+85 +60	+100 +60	+120 +60	+160 +60	+200 +60
3	6	+300 +270	+318 +270	+345 +270	+390 +270	+450 +270	+158 +140	+170 +140	+188 +140	+215 +140	+260 +140	+320 +140	+88 +70	+100 +70	+118 +70	+145 +70	+190 +70	+250 +70
6	10	+316 +280	+338 +280	+370 +280	+430 +280	+500 +280	+172 +150	+186 +150	+208 +150	+240 +150	+300 +150	+370 +150	+102 +80	+116 +80	+138 +80	+170 +80	+230 +80	+300 +80
10	18	+333 +290	+360 +290	+400 +290	+470 +290	+560 +290	+177 +150	+193 +150	+220 +150	+260 +150	+330 +150	+420 +150	+122 +95	+138 +95	+165 +95	+205 +95	+275 +95	+365 +95
18	30	+352 +300	+384 +300	+430 +300	+510 +300	+630 +300	+193 +160	+212 +160	+244 +160	+290 +160	+370 +160	+490 +160	+143 +110	+162 +110	+194 +110	+240 +110	+320 +110	+440 +110
30	40	+372 +310	+410 +310	+470 +310	+560 +310	+700 +310	+209 +170	+232 +170	+270 +170	+330 +170	+420 +170	+560 +170	+159 +120	+182 +120	+220 +120	+280 +120	+370 +120	+510 +120
40	50	+382 +320	+420 +320	+480 +320	+570 +320	+710 +320	+219 +180	+242 +180	+280 +180	+340 +180	+430 +180	+570 +180	+169 +130	+192 +130	+230 +130	+290 +130	+380 +130	+520 +130
50	65	+414 +340	+460 +340	+530 +340	+640 +340	+800 +340	+236 +190	+264 +190	+310 +190	+380 +190	+490 +190	+650 +190	+186 +140	+214 +140	+260 +140	+330 +140	+440 +140	+600 +140
65	80	+434 +360	+480 +360	+550 +360	+660 +360	+820 +360	+246 +200	+274 +200	+320 +200	+390 +200	+500 +200	+660 +200	+196 +150	+224 +150	+270 +150	+340 +150	+450 +150	+610 +150
80	100	+467 +380	+520 +380	+600 +380	+730 +380	+920 +380	+274 +220	+307 +220	+360 +220	+440 +220	+570 +220	+760 +220	+224 +170	+257 +170	+310 +170	+390 +170	+520 +170	+710 +170
100	120	+497 +410	+550 +410	+630 +410	+760 +410	+950 +410	+294 +240	+327 +240	+380 +240	+460 +240	+590 +240	+780 +240	+234 +180	+267 +180	+320 +180	+400 +180	+530 +180	+720 +180
120	140	+560 +460	+620 +460	+710 +460	+860 +460	+1 090 +460	+323 +260	+360 +260	+420 +260	+510 +260	+660 +260	+890 +260	+263 +200	+300 +200	+360 +200	+450 +200	+600 +200	+830 +200
140	160	+620 +520	+680 +520	+770 +520	+920 +520	+1 150 +520	+343 +280	+380 +280	+440 +280	+530 +280	+680 +280	+910 +280	+273 +210	+310 +210	+370 +210	+460 +210	+610 +210	+840 +210
160	180	+680 +580	+740 +580	+830 +580	+980 +580	+1 210 +580	+373 +310	+410 +310	+470 +310	+560 +310	+710 +310	+940 +310	+293 +230	+330 +230	+390 +230	+480 +230	+630 +230	+860 +230
180	200	+775 +60	+845 +660	+950 +660	+1 120 +660	+1 380 +660	+412 +340	+455 +340	+525 +340	+630 +340	+800 +340	+1 060 +340	+312 +240	+355 +240	+425 +240	+530 +240	+700 +240	+960 +240
200	225	+855 +740	+925 +740	+1 030 +740	+1 200 +740	+1 460 +740	+452 +380	+495 +380	+565 +380	+670 +380	+840 +380	+1 100 +380	+332 +260	+375 +260	+445 +260	+550 +260	+720 +260	+980 +260
225	250	+935 +820	+1 005 +820	+1 110 +820	+1 280 +820	+1 540 +820	+492 +420	+535 +420	+605 +420	+710 +420	+880 +420	+1 140 +420	+352 +280	+395 +280	+465 +280	+570 +280	+740 +280	+1 000 +280
250	280	+1 050 +920	+1 130 +920	+1 240 +920	+1 440 +920	+1 730 +920	+561 +480	+610 +480	+690 +480	+800 +480	+1 000 +480	+1 290 +480	+381 +300	+430 +300	+510 +300	+620 +300	+820 +300	+1 110 +300
280	315	+1 180 +1 050	+1 260 +1 050	+1 370 +1 050	+1 570 +1 050	+1 860 +1 050	+621 +540	+670 +540	+750 +540	+860 +540	+1 060 +540	+1 350 +540	+411 +330	+460 +330	+540 +330	+650 +330	+850 +330	+1 140 +330
315	355	+1 340 +1 200	+1 430 +1 200	+1 560 +1 200	+1 770 +1 200	+2 090 +1 200	+689 +600	+740 +600	+830 +600	+960 +600	+1 170 +600	+1 490 +600	+449 +360	+500 +360	+590 +360	+720 +360	+930 +360	+1 250 +360
355	400	+1 490 +1 350	+1 580 +1 350	+1 710 +1 350	+1 920 +1 350	+2 240 +1 350	+769 +680	+820 +680	+910 +680	+1 040 +680	+1 250 +680	+1 570 +680	+489 +400	+540 +400	+630 +400	+760 +400	+970 +400	+1 290 +400
400	450	+1 655 +1 500	+1 750 +1 500	+1 900 +1 500	+2 130 +1 500	+2 470 +1 500	+857 +760	+915 +760	+1 010 +760	+1 160 +760	+1 390 +760	+1 730 +760	+537 +440	+595 +440	+690 +440	+840 +440	+1 070 +440	+1 410 +440
450	500	+1 805 +1 650	+1 900 +1 650	+2 050 +1 650	+2 280 +1 650	+2 620 +1 650	+937 +840	+995 +840	+1 090 +840	+1 240 +840	+1 470 +840	+1 810 +840	+577 +480	+635 +480	+730 +480	+880 +480	+1 110 +480	+1 450 +480

[a] Odpovídající úchylky A, B a C nejsou stanoveny pro jmenovité rozměry větší než 500 mm.

[b] Odpovídající úchylky A a B nesmí být použity pro libovolné základní tolerance ve jmenovitých rozměrech menších nebo rovných než 1 mm.

Mezní úchylky pro díry (odpovídající úchylkám CD, D a E)

Horní mezní úchylka = ES, dolní mezní úchylka = EI

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		CD[a]					D								E					
Přes	Do včetně	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10	11	12	13	5	6	7	8	9	10
–	3	+40 +34	+44 +34	+48 +34	+59 +34	+74 +34	+26 +20	+30 +20	+34 +20	+45 +20	+60 +20	+80 +20	+120 +20	+160 +20	+18 +14	+20 +14	+24 +14	+28 +14	+39 +14	+54 +14
3	6	+54 +46	+58 +46	+64 +46	+76 +46	+94 +46	+38 +30	+42 +30	+48 +30	+60 +30	+78 +30	+105 +30	+150 +30	+210 +30	+25 +20	+28 +20	+32 +20	+38 +20	+50 +20	+68 +20
6	10	+65 +56	+71 +56	+78 +56	+92 +56	+114 +56	+49 +40	+55 +40	+62 +40	+76 +40	+98 +40	+130 +40	+190 +40	+260 +40	+31 +25	+34 +25	+40 +25	+47 +25	+61 +25	+83 +25
10	18						+61 +50	+68 +50	+77 +50	+93 +50	+120 +50	+160 +50	+230 +50	+320 +50	+40 +32	+43 +32	+50 +32	+59 +32	+75 +32	+102 +32
18	30						+78 +65	+86 +65	+98 +65	+117 +65	+149 +65	+195 +65	+275 +65	+395 +65	+49 +40	+53 +40	+61 +40	+73 +40	+92 +40	+124 +40
30	50						+96 +80	+105 +80	+119 +80	+142 +80	+180 +80	+240 +80	+330 +80	+470 +80	+61 +50	+66 +50	+75 +50	+89 +50	+112 +50	+150 +50
50	80						+119 +100	+130 +100	+146 +100	+174 +100	+220 +100	+290 +100	+400 +100	+560 +100	+73 +60	+79 +60	+90 +60	+106 +60	+134 +60	+180 +60
80	120						+142 +120	+155 +120	+174 +120	+207 +120	+260 +120	+340 +120	+470 +120	+660 +120	+87 +72	+94 +72	+107 +72	+126 +72	+159 +72	+212 +72
120	180						+170 +145	+185 +145	+208 +145	+245 +145	+305 +145	+395 +145	+545 +145	+775 +145	+103 +85	+110 +85	+125 +85	+148 +85	+185 +85	+245 +85
180	250						+199 +170	+216 +170	+242 +170	+285 +170	+355 +170	+460 +170	+630 +170	+890 +170	+120 +100	+129 +100	+146 +100	+172 +100	+215 +100	+285 +100
250	315						+222 +190	+242 +190	+271 +190	+320 +190	+400 +190	+510 +190	+710 +190	+1 000 +190	+133 +110	+142 +110	+162 +110	+191 +110	+240 +110	+320 +110
315	400						+246 +210	+267 +210	+299 +210	+350 +210	+440 +210	+570 +210	+780 +210	+1 100 +210	+150 +125	+161 +125	+182 +125	+214 +125	+265 +125	+355 +125
400	500						+270 +230	+293 +230	+327 +230	+385 +230	+480 +230	+630 +230	+860 +230	+1 200 +230	+162 +135	+175 +135	+198 +135	+232 +135	+290 +135	+385 +135

* Mezilehlá odpovídající úchylka CD je určena především pro jemnou mechaniku a hodinářství. Pokud toleranční třídy zahrnují tuto odpovídající úchylku v jiných jmenovitých rozměrech, než je požadována, může být vypočtena podle ISO 286-1.

Mezní úchylky pro díry (odpovídající úchylkám EF a F)

Horní mezní úchylka = ES, dolní mezní úchylka = EI

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		EF[a]								F							
Přes	Do včetně	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
–	3	+12 +10	+13 +10	+14 +10	+16 +10	+20 +10	+24 +10	+35 +10	+50 +10	+8 +6	+9 +6	+10 +6	+12 +6	+16 +6	+20 +6	+31 +6	+46 +6
3	6	+16,5 +14	+18 +14	+19 +14	+22 +14	+26 +14	+32 +14	+44 +14	+62 +14	+12,5 +10	+14 +10	+15 +10	+18 +10	+22 +10	+28 +10	+40 +10	+58 +10
6	10	+20,5 +18	+22 +18	+24 +18	+27 +18	+33 +18	+40 +18	+54 +18	+76 +18	+15,5 +13	+17 +13	+19 +13	+22 +13	+28 +13	+35 +13	+49 +13	+71 +13
10	18									+19 +16	+21 +16	+24 +16	+27 +16	+34 +16	+43 +16	+59 +16	+86 +16
18	30									+24 +20	+26 +20	+29 +20	+33 +20	+41 +20	+53 +20	+72 +20	+104 +20
30	50									+29 +25	+32 +25	+36 +25	+41 +25	+50 +25	+64 +25	+87 +25	+125 +25
50	80											+43 +30	+49 +30	+60 +30	+76 +30	+104 +30	
80	120											+51 +36	+58 +36	+71 +36	+90 +36	+123 +36	
120	180											+61 +43	+68 +43	+83 +43	+106 +43	+143 +43	
180	250											+70 +50	+79 +50	+96 +50	+122 +50	+165 +50	
250	315											+79 +56	+88 +56	+108 +56	+137 +56	+186 +56	
315	400											+87 +62	+98 +62	+119 +62	+151 +62	+202 +62	
400	500											+95 +68	+108 +68	+131 +68	+165 +68	+223 +68	

[a] Mezilehlá odpovídající úchylka EF je určena především pro jemnou mechaniku a hodinářství. Pokud toleranční třídy zahrnují tuto odpovídající úchylku v jiných jmenovitých rozměrech než je požadována, může být vypočtena podle ISO 286-1.

Mezní úchylky pro díry (odpovídající úchylkám FG a G)

Horní mezní úchylka = ES, dolní mezní úchylka = EI

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		FG[a]								G							
Přes	Do včetně	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
–	3	+6 +4	+7 +4	+8 +4	+10 +4	+14 +4	+18 +4	+29 +4	+44 +4	+4 +2	+5 +2	+6 +2	+8 +2	+12 +2	+16 +2	+27 +2	+42 +2
3	6	+8,5 +6	+10 +6	+11 +6	+14 +6	+18 +6	+24 +6	+36 +6	+54 +6	+6,5 +4	+8 +4	+9 +4	+12 +4	+16 +4	+22 +4	+34 +4	+52 +4
6	10	+10,5 +8	+12 +8	+14 +8	+17 +8	+23 +8	+30 +8	+44 +8	+66 +8	+7,5 +5	+9 +5	+11 +5	+14 +5	+20 +5	+27 +5	+41 +5	+63 +5
10	18									+9 +6	+11 +6	+14 +6	+17 +6	+24 +6	+33 +6	+49 +6	+76 +6
18	30									+11 +7	+13 +7	+16 +7	+20 +7	+28 +7	+40 +7	+59 +7	+91 +7
30	50									+13 +9	+16 +9	+20 +9	+25 +9	+34 +9	+48 +9	+71 +9	+109 +9
50	80											+23 +10	+29 +10	+40 +10	+56 +10		
80	120											+27 +12	+34 +12	+47 +12	+66 +12		
120	180											+32 +14	+39 +14	+54 +14	+77 +14		
180	250											+35 +15	+44 +15	+61 +15	+87 +15		
250	315											+40 +17	+49 +17	+69 +17	+98 +17		
315	400											+43 +18	+54 +18	+75 +18	+107 +18		
400	500											+47 +20	+60 +20	+83 +20	+117 +20		

[a] Mezilehlá odpovídající úchylka FG je určena především pro jemnou mechaniku a hodinářství. Pokud toleranční třídy zahrnují tuto odpovídající úchylku v jiných jmenovitých rozměrech než je požadována, může být vypočtena podle ISO 286-1.

Mezní úchylky pro díry (odpovídající úchylkám H)

Horní mezní úchylka = ES, dolní mezní úchylka = EI

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		H																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14[a]	15[a]	16[a]	17[a]	18[a]
Přes	Do včetně	Úchylky																	
		µm											mm						
–	3[a]	+0,8 0	+1,2 0	+2 0	+3 0	+4 0	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	+60 0	+0,1 0	+0,14 0	+0,25 0	+0,4 0	+0,6 0		
3	6	+1 0	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+5 0	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0	+48 0	+75 0	+0,12 0	+0,18 0	+0,3 0	+0,48 0	+0,75 0	+1,2 0	+1,8 0
6	10	+1 0	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+6 0	+9 0	+15 0	+22 0	+36 0	+58 0	+90 0	+0,15 0	+0,22 0	+0,36 0	+0,58 0	+0,9 0	+1,5 0	+2,2 0
10	18	+1,2 0	+2 0	+3 0	+5 0	+8 0	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0	+70 0	+110 0	+0,18 0	+0,27 0	+0,43 0	+0,7 0	+1,1 0	+1,8 0	+2,7 0
18	30	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+6 0	+9 0	+13 0	+21 0	+33 0	+52 0	+84 0	+130 0	+0,21 0	+0,33 0	+0,52 0	+0,84 0	+1,3 0	+2,1 0	+3,3 0
30	50	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+7 0	+11 0	+16 0	+25 0	+39 0	+62 0	+100 0	+160 0	+0,25 0	+0,39 0	+0,62 0	+1 0	+1,6 0	+2,5 0	+3,9 0
50	80	+2 0	+3 0	+5 0	+8 0	+13 0	+19 0	+30 0	+46 0	+74 0	+120 0	+190 0	+0,3 0	+0,46 0	+0,74 0	+1,2 0	+1,9 0	+3 0	+4,6 0
80	120	+2,5 0	+4 0	+6 0	+10 0	+15 0	+22 0	+35 0	+54 0	+87 0	+140 0	+220 0	+0,35 0	+0,54 0	+0,87 0	+1,4 0	+2,2 0	+3,5 0	+5,4 0
120	180	+3,5 0	+5 0	+8 0	+12 0	+18 0	+25 0	+40 0	+63 0	+100 0	+160 0	+250 0	+0,4 0	+0,63 0	+1 0	+1,6 0	+2,5 0	+4 0	+6,3 0
180	250	+4,5 0	+7 0	+10 0	+14 0	+20 0	+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	+185 0	+290 0	+0,46 0	+0,72 0	+1,15 0	+1,85 0	+2,9 0	+4,6 0	+7,2 0
250	315	+6 0	+8 0	+12 0	+16 0	+23 0	+32 0	+52 0	+81 0	+130 0	+210 0	+320 0	+0,52 0	+0,81 0	+1,3 0	+2,1 0	+3,2 0	+5,2 0	+8,1 0
315	400	+7 0	+9 0	+13 0	+18 0	+25 0	+36 0	+57 0	+89 0	+140 0	+230 0	+360 0	+0,57 0	+0,89 0	+1,4 0	+2,3 0	+3,6 0	+5,7 0	+8,9 0
400	500	+8 0	+10 0	+15 0	+20 0	+27 0	+40 0	+63 0	+97 0	+155 0	+250 0	+400 0	+0,63 0	+0,97 0	+1,55 0	+2,5 0	+4 0	+6,3 0	+9,7 0

[a] Toleranční stupně IT14 až IT18 (včetně) nesmí být použity pro jmenovité rozměry menší nebo rovné než 1 mm.

Mezní úchylky pro díry (odpovídající úchylkám JS)[3]

Horní mezní úchylka = ES, dolní mezní úchylka = EI

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		JS																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14[b]	15[b]	16[b]	17	18
Přes	Do včetně	Úchylky																	
		µm											mm						
–	3[b]	±0,4	±0,6	±1	±1,5	±2	±3	±5	±7	±12,5	±20	±30	±0,05	±0,07	±0,125	±0,2	±0,3		
3	6	±0,05	±0,75	±1,25	±2	±2,5	±4	±6	±9	±15	±24	±37,5	±0,06	±0,09	±0,15	±0,24	+0,375	±0,6	±0,9
6	10	±0,05	±0,75	±1,25	±2	±3	±4,5	±7,5	±11	±18	±29	±45	±0,075	±0,11	±0,18	±0,29	±0,45	±0,75	±1,1
10	18	±0,6	±1	±1,5	±2,5	±4	±5,5	±9	±13,5	±21,5	±35	±55	±0,09	±0,135	±0,215	±0,35	±0,55	±0,9	±1,35
18	30	±0,75	±1,25	±2	±3	±4,5	±6,5	±10,5	±16,5	±26	±42	±65	±0,105	±0,165	±0,26	±0,42	±0,65	±1,05	±1,65
30	50	±0,75	±1,25	±2	±3,5	±5,5	±8	±12,5	±19,5	±31	±50	±80	±0,125	±0,195	±0,31	±0,5	±0,8	±1,25	±1,95
50	80	±1	±1,5	±2,5	±4	±6,5	±9,5	±15	±23	±37	±60	±95	±0,15	±0,23	±0,37	±0,6	±0,95	±1,5	±2,3
80	120	±1,25	±2	±3	±5	±7,5	±11	±17,5	±27	±43,5	±70	±110	±0,175	±0,27	±0,435	±0,7	±1,1	±1,75	±2,7
120	180	±1,75	±2,5	±4	±6	±9	±12,5	±20	±31,5	±50	±80	±125	±0,2	±0,315	±0,5	±0,8	±1,25	±2	±3,15
180	250	±2,25	±3,5	±5	±7	±10	±14,5	±23	±36	±57,5	±92;5	±145	±0,23	±0,36	±0,575	±0,925	±1,45	±2,3	±3,6
250	315	±3	±4	±6	±8	±11,5	±16	±26	±40,5	±65	±105	±160	±0,26	±0,405	±0,65	±1,05	±1,6	±2,6	±4,05
315	400	±3,5	±4,5	±6,5	±9	±12,5	±18	±28,5	±44,5	±70	±115	±180	±0,285	±0,445	±0,7	±1,15	±1,8	±2,85	±4,45
400	500	±4	±5	±7,5	±10	±13,5	±20	±31,5	±48,5	±77,5	±125	±200	±0,315	±0,485	±0,775	±1,25	±2	±3,15	±4,85

[a] Aby se neopakovaly stejné hodnoty je v tabulce použit zápis „±*x*"; tento zápis znamená, že *ES* = +*x* a *EI* = –*x*, např. $^{+0,23}$ mm.

[b] Toleranční stupně IT14 až IT16 (včetně) nesmí být použity pro jmenovité rozměry menší nebo rovné než 1 mm.

Mezní úchylky pro díry (odpovídající úchylkám J a K)

Horní mezní úchylka = ES, dolní mezní úchylka = EI

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		J				K							
Přes	Do včetně	6	7	8	9[a]	3	4	5	6	7	8	9[b]	10[b]
–	3	+2 −4	+4 −6	+6 −8		0 −2	0 −3	0 −4	0 −6	0 −10	0 −14	0 −25	0 −40
3	6	+5 −3	±6[c]	+10 −8		0 −2,5	+0,5 −3,5	0 −5	+2 −6	+3 −9	+5 −13		
6	10	+5 −4	+8 −7	+12 −10		0 −2,5	+0,5 −3,5	+1 −5	+2 −7	+5 −10	+6 −16		
10	18	+6 −5	+10 −8	+15 −12		0 −3	+1 −4	+2 −6	+2 −9	+6 −12	+8 −19		
18	30	+8 −5	+12 −9	+20 −13		−0,5 −4,5	0 −6	+1 −8	+2 −11	+6 −15	+10 −23		
30	50	+10 −6	+14 −11	+24 −15		−0,5 −4,5	+1 −6	+2 −9	+3 −13	+7 −18	+12 −27		
50	80	+13 −6	+18 −12	+28 −18				+3 −10	+4 −15	+9 −21	+14 −32		
80	120	+16 −6	+22 −13	+34 −20				+2 −13	+4 −18	+10 −25	+16 −38		
120	180	+18 −7	+26 −14	+41 −22				+3 −15	+4 −21	+12 −28	+20 −43		
180	250	+22 −7	+30 −16	+47 −25				+2 −18	+5 −24	+13 −33	+22 −50		
250	315	+25 −5	+36 −16	+55 −26				+3 −20	+5 −27	+16 −36	+25 −56		
315	400	+29 −7	+39 −18	+60 −29				+3 −22	+7 −29	+17 −40	+28 −61		
400	500	+33 −7	+43 −20	+66 −31				+2 −25	+8 −32	+18 −45	+29 −68		

[a] Toleranční meze pro toleranční třídy J9, J10, atd., jsou symetrické vzhledem k jmenovité přímce rozměru (pro hodnoty těchto tolerančních mezí viz tabulku 7 a obrázek 1).

[b] Úchylky pro K v tolerančních stupních nad IT8 nejsou stanoveny pro jmenovité rozměry větší než 3 mm.

[c] Identické s JS7.

Mezní úchylky pro díry (odpovídající úchylkám M a N)

Horní mezní úchylka = ES, dolní mezní úchylka = EI

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		M								N								
Přes	Do včetně	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9[a]	10[a]	11[a]
–	3[a]	−2 −4	−2 −5	−2 −6	−2 −8	−2 −12	−2 −16	−2 −27	−2 −42	−4 −6	−4 −7	−4 −8	−4 −10	−4 −14	−4 −18	−4 −29	−4 −44	−4 −64
3	6	−3 −5,5	−2,5 −6,5	−3 −8	−1 −9	0 −12	+2 −16	−4 −34	−4 −52	−7 −9,5	−6,5 −10,5	−7 −12	−5 −13	−4 −16	−2 −20	0 −30	0 −48	0 −75
6	10	−5 −7,5	−4,5 −8,5	−4 −10	−3 −12	0 −15	+1 −21	−6 −42	−6 −64	−9 −11,5	−8,5 −12,5	−8 −14	−7 −16	−4 −19	−3 −25	0 −36	0 −58	0 −90
10	18	−6 −9	−5 −10	−4 −12	−4 −15	0 −18	+2 −25	−7 −50	−7 −77	−11 −14	−10 −15	−9 −17	−9 −20	−5 −23	−3 −30	0 −43	0 −70	0 −110
18	30	−6,5 −10,5	−6 −12	−5 −14	−4 −17	0 −21	+4 −29	−8 −60	−8 −92	−13,5 −17,5	−13 −19	−12 −21	−11 −24	−7 −28	−3 −36	0 −52	0 −84	0 −130
30	50	−7,5 −11,5	−6 −13	−5 −16	−4 −20	0 −25	+5 −34	−9 −71	−9 −109	−15,5 −19,5	−14 −21	−13 −24	−12 −28	−8 −33	−3 −42	0 −62	0 −100	0 −160
50	80			−6 −19	−5 −24	0 −30	+5 −41					−15 −28	−14 −33	−9 −39	−4 −50	0 −74	0 −120	0 −190
80	120			−8 −23	−6 −28	0 −35	+6 −48					−18 −33	−16 −38	−10 −45	−4 −58	0 −87	0 −140	0 −220
120	180			−9 −27	−8 −33	0 −40	+8 −55					−21 −39	−20 −45	−12 −52	−4 −67	0 −100	0 −160	0 −250
180	250			−11 −31	−8 −37	0 −46	+9 −63					−25 −45	−22 −51	−14 −60	−5 −77	0 −115	0 −185	0 −290
250	315			−13 −36	−9 −41	0 −52	+9 −72					−27 −50	−25 −57	−14 −66	−5 −86	0 −130	0 −210	0 −320
315	400			−14 −39	−10 −46	0 −57	+11 −78					−30 −55	−26 −62	−16 −73	−5 −94	0 −140	0 −230	0 −360
400	500			−16 −43	−10 −50	0 −63	+11 −86					−33 −60	−27 −67	−17 −80	−6 −103	0 −155	0 −250	0 −400

[a] Toleranční třídy N9, N10 a N11 nesmí být použity pro jmenovité rozměry menší nebo rovné než 1 mm.

Mezní úchylky pro díry (odpovídající úchylkám P)

Horní mezní úchylka = ES, dolní mezní úchylka = EI

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		P							
Přes	Do včetně	3	4	5	6	7	8	9	10
–	3	−6 −8	−6 −9	−6 −10	−6 −12	−6 −16	−6 −20	−6 −31	−6 −46
3	6	−11 −13,5	−10,5 −14,5	−11 −16	−9 −17	−8 −20	−12 −30	−12 −42	−12 −60
6	10	−14 −16,5	−13,5 −17,5	−13 −19	−12 −21	−9 −24	−15 −37	−15 −51	−15 −73
10	18	−17 −20	−16 −21	−15 −23	−15 −26	−11 −29	−18 −45	−18 −61	−18 −88
18	30	−20,5 −24,5	−20 −26	−19 −28	−18 −31	−14 −35	−22 −55	−22 −74	−22 −106
30	50	−24,5 −28,5	−23 −30	−22 −33	−21 −37	−17 −42	−26 −65	−26 −88	−26 −126
50	80			−27 −40	−26 −45	−21 −51	−32 −78	−32 −106	
80	120			−32 −47	−30 −52	−24 −59	−37 −91	−37 −124	
120	180			−37 −55	−36 −61	−28 −68	−43 −106	−43 −143	
180	250			−44 −64	−41 −70	−33 −79	−50 −122	−50 −165	
250	315			−49 −72	−47 −79	−36 −88	−56 −137	−56 −186	
315	400			−55 −80	−51 −87	−41 −98	−62 −151	−62 −202	
400	500			−61 −88	−55 −95	−45 −108	−68 −165	−68 −223	

Mezní úchylky pro díry (odpovídající úchylkám R)

Horní mezní úchylka = ES
Dolní mezní úchylka = EI
Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		R							
Přes	Do včetně	3	4	5	6	7	8	9	10
–	3	−10 −12	−10 −13	−10 −14	−10 −16	−10 −20	−10 −24	−10 −35	−10 −50
3	6	−14 −16,5	−13,5 −17,5	−14 −19	−12 −20	−11 −23	−15 −33	−15 −45	−15 −63
6	10	−18 −20,5	−17,5 −21,5	−17 −23	−16 −25	−13 −28	−19 −41	−19 −55	−19 −77
10	18	−22 −25	−21 −26	−20 −28	−20 −31	−16 −34	−23 −50	−23 −66	−23 −93
18	30	−26,5 −30,5	−26 −32	−25 −34	−24 −37	−20 −41	−28 −61	−28 −80	−28 −112
30	50	−32,5 −36,5	−31 −38	−30 −41	−29 −45	−25 −50	−34 −73	−34 −96	−34 −134
50	65			−36 −49	−35 −54	−30 −60	−41 −87		
65	80			−38 −51	−37 −56	−32 −62	−43 −89		
80	100			−46 −61	−44 −66	−38 −73	−51 −105		
100	120			−49 −64	−47 −69	−41 −76	−54 −108		
120	140			−57 −75	−56 −81	−48 −88	−63 −126		
140	160			−59 −77	−58 −83	−50 −90	−65 −128		
160	180			−62 −80	−61 −86	−53 −93	−68 −131		
180	200			−71 −91	−68 −97	−60 −106	−77 −149		
200	225			−74 −94	−71 −100	−63 −109	−80 −152		
225	250			−78 −98	−75 −104	−67 −113	−84 −156		
250	280			−87 −110	−85 −117	−74 −126	−94 −175		
280	315			−91 −114	−89 −121	−78 −130	−98 −179		
315	355			−101 −126	−97 −133	−87 −144	−108 −197		
355	400			−107 −132	−103 −139	−93 −150	−114 −203		
400	450			−119 −146	−113 −153	−103 −166	−126 −223		
450	500			−125 −152	−119 −159	−109 −172	−132 −229		

Mezní úchylky pro díry (odpovídající úchylkám S)

Horní mezní úchylka = ES
Dolní mezní úchylka = EI
Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		S							
Přes	Do včetně	3	4	5	6	7	8	9	10
–	3	−14 −16	−14 −17	−14 −18	−14 −20	−14 −24	−14 −28	−14 −39	−14 −54
3	6	−18 −20,5	−17,5 −21,5	−18 −23	−16 −24	−15 −27	−19 −37	−19 −49	−19 −67
6	10	−22 −24,5	−21,5 −25,5	−21 −27	−20 −29	−17 −32	−23 −45	−23 −59	−23 −81
10	18	−27 −30	−26 −31	−25 −33	−25 −36	−21 −39	−28 −55	−28 −71	−28 −96
18	30	−33,5 −37,5	−33 −39	−32 −41	−31 −44	−27 −48	−35 −68	−35 −87	−35 −119
30	50	−41,5 −45,5	−40 −47	−39 −50	−38 −54	−34 −59	−43 −82	−43 −105	−43 −143
50	65			−48 −61	−47 −66	−42 −72	−53 −99	−53 −127	
65	80			−54 −67	−53 −72	−48 −78	−59 −105	−59 −133	
80	100			−66 −81	−64 −86	−58 −93	−71 −125	−71 −158	
100	120			−74 −89	−72 −94	−66 −101	−79 −133	−79 −165	
120	140			−86 −104	−85 −110	−77 −117	−92 −155	−92 −192	
140	160			−94 −112	−93 −118	−85 −125	−100 −163	−100 −200	
160	180			−102 −120	−101 −126	−93 −133	−108 −171	−108 −208	
180	200			−116 −136	−113 −142	−105 −151	−122 −194	−122 −237	
200	225			−124 −144	−121 −150	−113 −159	−130 −202	−130 −245	
225	250			−134 −154	−131 −160	−123 −169	−140 −212	−140 −255	
250	280			−151 −174	−149 −181	−138 −190	−158 −239	−158 −288	
280	315			−163 −186	−161 −193	−150 −202	−170 −251	−170 −300	
315	355			−183 −208	−179 −215	−169 −226	−190 −279	−190 −330	
355	400			−201 −226	−197 −233	−187 −244	−208 −297	−208 −348	
400	450			−225 −252	−219 −259	−209 −272	−232 −329	−232 −387	
450	500			−245 −272	−239 −279	−229 −292	−252 −349	−252 −387	

Mezní úchylky pro díry (odpovídající úchylkám T a U)

Horní mezní úchylka = ES
Dolní mezní úchylka = EI
Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		T[a]				U					
Přes	Do včetně	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10
–	3					−18 −22	−18 −24	−18 −28	−18 −32	−18 −43	−18 −58
3	6					−22 −27	−20 −28	−19 −31	−23 −41	−23 −53	−23 −71
6	10					−26 −32	−25 −34	−22 −37	−28 −50	−28 −64	−28 −86
10	18					−30 −38	−30 −41	−26 −44	−33 −60	−33 −76	−33 −103
18	24					−38 −47	−37 −50	−33 −54	−41 −74	−41 −93	−41 −125
24	30	−38 −47	−37 −50	−33 −54	−41 −74	−45 −54	−44 −57	−40 −61	−48 −81	−48 −100	−48 −132
30	40	−44 −55	−43 −59	−39 −64	−48 −87	−56 −67	−55 −71	−51 −76	−60 −99	−60 −122	−60 −160
40	50	−50 −61	−49 −65	−45 −70	−54 −93	−66 −77	−65 −81	−61 −86	−70 −109	−70 −132	−70 −170
50	65		−60 −79	−55 −85	−66 −112		−81 −100	−76 −106	−87 −133	−87 −161	−87 −207
65	80		−69 −88	−64 −94	−75 −121		−96 −115	−91 −121	−102 −148	−102 −176	−102 −222
80	100		−84 −106	−78 −113	−91 −145		−117 −139	−111 −146	−124 −178	−124 −211	−124 −264
100	120		−97 −119	−91 −126	−104 −158		−137 −159	−131 −166	−144 −198	−144 −231	−144 −284
120	140		−115 −140	−107 −147	−122 −185		−163 −188	−155 −195	−170 −233	−170 −270	−170 −330
140	160		−127 −152	−119 −159	−134 −197		−183 −208	−175 −215	−190 −253	−190 −290	−190 −350
160	180		−139 −164	−131 −171	−146 −209		−203 −228	−195 −235	−210 −273	−210 −310	−210 −370
180	200		−157 −186	−149 −195	−166 −238		−227 −256	−219 −265	−236 −308	−236 −351	−236 −421
200	225		−171 −200	−163 −209	−180 −252		−249 −278	−241 −287	−258 −330	−258 −373	−258 −443
225	250		−187 −216	−179 −225	−196 −268		−275 −304	−267 −313	−284 −356	−284 −399	−284 −469
250	280		−209 −241	−198 −250	−218 −299		−306 −338	−295 −347	−315 −396	−315 −445	−315 −525
280	315		−231 −263	−220 −272	−240 −321		−341 −373	−330 −382	−350 −431	−350 −480	−350 −560
315	355		−257 −293	−247 −304	−268 −357		−379 −415	−369 −426	−390 −479	−390 −530	−390 −620
355	400		−283 −319	−273 −330	−294 −383		−424 −460	−414 −471	−435 −524	−435 −575	−435 −665
400	450		−317 −357	−307 −370	−330 −427		−477 −517	−467 −530	−490 −587	−490 −645	−490 −740
450	500		−347 −387	−337 −400	−360 −457		−527 −567	−517 −580	−540 −637	−540 −695	−540 −790

[a] Toleranční třídy T5 až T8 (včetně) nejsou uvedeny tabulkově pro jmenovité rozměry menší nebo rovné než 24 mm. Je doporučeno použití tolerančních tříd U5 až U8 (včetně).

Mezní úchylky pro díry (odpovídající úchylkám V, X a Y)

Horní mezní úchylka = ES, dolní mezní úchylka = EI

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		V[b]				X						Y[c]				
Přes	Do včetně	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
–	3					−20 −24	−20 −26	−20 −30	−20 −34	−20 −45	−20 −60					
3	6					−27 −32	−25 −33	−24 −36	−28 −46	−28 −58	−28 −76					
6	10					−32 −38	−31 −40	−28 −43	−34 −56	−34 −70	−34 −92					
10	14					−37 −45	−37 −48	−33 −51	−40 −67	−40 −83	−40 −110					
14	18	−36 −44	−36 −47	−32 −50	−39 −66	−42 −50	−42 −53	−38 −56	−45 −72	−45 −88	−45 −115					
18	24	−44 −53	−43 −56	−39 −60	−47 −80	−51 −60	−50 −63	−46 −67	−54 −87	−54 −106	−54 −138	−59 −72	−55 −76	−63 −96	−63 −115	−63 −147
24	30	−52 −61	−51 −64	−47 −68	−55 −88	−61 −70	−60 −73	−56 −77	−64 −97	−64 −116	−64 −148	−71 −84	−67 −88	−75 −108	−75 −127	−75 −159
30	40	−64 −75	−63 −79	−59 −84	−68 −107	−76 −87	−75 −91	−71 −96	−80 −119	−80 −142	−80 −180	−89 −105	−85 −110	−94 −133	−94 −156	−94 −194
40	50	−77 −88	−76 −92	−72 −97	−81 −120	−93 −104	−92 −108	−88 −113	−97 −136	−97 −159	−97 −197	−109 −125	−105 −130	−114 −153	−114 −176	−114 −214
50	65		−96 −115	−91 −121	−102 −148		−116 −135	−111 −141	−122 −168	−122 −196		−138 −157	−133 −163	−144 −190		
65	80		−114 −133	−109 −139	−120 −166		−140 −159	−135 −165	−146 −192	−146 −220		−168 −187	−163 −193	−174 −220		
80	100		−139 −161	−133 −168	−146 −200		−171 −193	−165 −200	−178 −232	−178 −265		−207 −229	−201 −236	−214 −268		
100	120		−165 −187	−159 −194	−172 −226		−203 −225	−197 −232	−210 −264	−210 −297		−247 −269	−241 −276	−254 −308		
120	140		−195 −220	−187 −227	−202 −265		−241 −266	−233 −273	−248 −311	−248 −348		−293 −318	−285 −325	−300 −363		
140	160		−221 −246	−213 −253	−228 −291		−273 −298	−265 −305	−280 −343	−280 −380		−333 −358	−325 −365	−340 −403		
160	180		−245 −270	−237 −277	−252 −315		−303 −328	−295 −335	−310 −373	−310 −410		−373 −398	−365 −405	−380 −443		
180	200		−275 −304	−267 −313	−284 −356		−341 −370	−333 −379	−350 −422	−350 −465		−416 −445	−408 −454	−425 −497		
200	225		−301 −330	−293 −339	−310 −382		−376 −405	−368 −414	−385 −457	−385 −500		−461 −490	−453 −499	−470 −542		
225	250		−331 −360	−323 −369	−340 −412		−416 −445	−408 −454	−425 −497	−425 −540		−511 −540	−503 −549	−520 −592		
250	280		−376 −408	−365 −417	−385 −466		−466 −498	−455 −507	−475 −556	−475 −605		−571 −603	−560 −612	−580 −661		
280	315		−416 −448	−405 −457	−425 −506		−516 −548	−505 −557	−525 −606	−525 −655		−641 −673	−630 −682	−650 −731		
315	355		−464 −500	−454 −511	−475 −564		−579 −615	−569 −626	−590 −679	−590 −730		−719 −755	−709 −766	−730 −819		
355	400		−519 −555	−509 −566	−530 −619		−649 −685	−639 −696	−660 −749	−660 −800		−809 −845	−799 −856	−820 −909		
400	450		−582 −622	−572 −635	−595 −692		−727 −767	−717 −780	−740 −837	−740 −895		−907 −947	−897 −960	−920 −1 017		
450	500		−647 −687	−637 −700	−660 −757		−807 −847	−797 −860	−820 −917	−820 −975		−987 −1 027	−977 −1 040	−1 000 −1 097		

[a] Odpovídající úchylky V, X a Y nejsou stanoveny pro jmenovité rozměry větší než 500 mm.

[b] Toleranční třídy V5 až V8 (včetně) nejsou uvedeny tabulkově pro jmenovité rozměry menší nebo rovné než 14 mm. Je doporučeno použití tolerančních tříd X5 až X8 (včetně).

[c] Toleranční třídy Y6 až Y10 (včetně) nejsou uvedeny tabulkově pro jmenovité rozměry menší nebo rovné než 18 mm. Je doporučeno použití tolerančních tříd Z6 až Z10 (včetně).

Mezní úchylky pro díry (odpovídající úchylkám Z a ZA)

Horní mezní úchylka = ES, dolní mezní úchylka = EI

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		Z						ZA					
Přes	Do včetně	6	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10	11
—	3	−26 −32	−26 −36	−26 −40	−26 −51	−26 −66	−26 −86	−32 −38	−32 −42	−32 −46	−32 −57	−32 −72	−32 −92
3	6	−32 −40	−31 −43	−35 −53	−35 −65	−35 −83	−35 −110	−39 −47	−38 −50	−42 −60	−42 −72	−42 −90	−42 −117
6	10	−39 −48	−36 −51	−42 −64	−42 −78	−42 −100	−42 −132	−49 −58	−46 −61	−52 −74	−52 −88	−52 −110	−52 −142
10	14	−47 −58	−43 −61	−50 −77	−50 −93	−50 −120	−50 −160	−61 −72	−57 −75	−64 −91	−64 −107	−64 −134	−64 −174
14	18	−57 −68	−53 −71	−60 −87	−60 −103	−60 −130	−60 −170	−74 −85	−70 −88	−77 −104	−77 −120	−77 −147	−77 −187
18	24	−69 −82	−65 −86	−73 −106	−73 −125	−73 −157	−73 −203	−94 −107	−90 −111	−98 −131	−98 −150	−98 −182	−98 −228
24	30	−84 −97	−80 −101	−88 −121	−88 −140	−88 −172	−88 −218	−114 −127	−110 −131	−118 −151	−118 −170	−118 −202	−118 −248
30	40	−107 −123	−103 −128	−112 −151	−112 −174	−112 −212	−112 −272	−143 −159	−139 −164	−148 −187	−148 −210	−148 −248	−148 −308
40	50	−131 −147	−127 −152	−136 −175	−136 −198	−136 −236	−136 −296	−175 −191	−171 −196	−180 −219	−180 −242	−180 −280	−180 −340
50	65		−161 −191	−172 −218	−172 −246	−172 −292	−172 −362		−215 −245	−226 −272	−226 −300	−226 −346	−226 −416
65	80		−199 −229	−210 −256	−210 −284	−210 −330	−210 −400		−263 −293	−274 −320	−274 −348	−274 −394	−274 −464
80	100		−245 −280	−258 −312	−258 −345	−258 −398	−258 −478		−322 −357	−335 −389	−335 −422	−335 −475	−335 −555
100	120		−297 −332	−310 −364	−310 −397	−310 −450	−310 −530		−387 −422	−400 −454	−400 −487	−400 −540	−400 −620
120	140		−350 −390	−365 −428	−365 −465	−365 −525	−365 −615		−455 −495	−470 −533	−470 −570	−470 −630	−470 −720
140	160		−400 −440	−415 −478	−415 −515	−415 −575	−415 −665		−520 −560	−535 −598	−535 −635	−535 −695	−535 −785
160	180		−450 −490	−465 −528	−465 −565	−465 −625	−465 −715		−585 −625	−600 −663	−600 −700	−600 −760	−600 −850
180	200		−503 −549	−520 −592	−520 −635	−520 −705	−520 −810		−653 −699	−670 −742	−670 −785	−670 −855	−670 −960
200	225		−558 −604	−575 −647	−575 −690	−575 −760	−575 −865		−723 −769	−740 −812	−740 −855	−740 −925	−740 −1 030
225	250		−623 −669	−640 −712	−640 −755	−640 −825	−640 −930		−803 −849	−820 −892	−820 −935	−820 −1 005	−820 −1 110
250	280		−690 −742	−710 −791	−710 −840	−710 −920	−710 −1 030		−900 −952	−920 −1 001	−920 −1 050	−920 −1 130	−920 −1 240
280	315		−770 −822	−790 −871	−790 −920	−790 −1 000	−790 −1 110		−980 −1 032	−1 000 −1 081	−1 000 −1 130	−1 000 −1 210	−1 000 −1 320
315	355		−879 −936	−900 −989	−900 −1 040	−900 −1 130	−900 −1 260		−1 129 −1 186	−1 150 −1 239	−1 150 −1 290	−1 150 −1 380	−1 150 −1 510
355	400		−979 −1 036	−1 000 −1 089	−1 000 −1 140	−1 000 −1 230	−1 000 −1 360		−1 279 −1 336	−1 300 −1 389	−1 300 −1 440	−1 300 −1 530	−1 300 −1 660
400	450		−1 077 −1 140	−1 100 −1 197	−1 100 −1 255	−1 100 −1 350	−1 100 −1 500		−1 427 −1 490	−1 450 −1 547	−1 450 −1 605	−1 450 −1 700	−1 450 −1 850
450	500		−1 227 −1 290	−1 250 −1 347	−1 250 −1 405	−1 250 −1 500	−1 250 −1 650		−1 577 −1 640	−1 600 −1 697	−1 600 −1 755	−1 600 −1 850	−1 600 −2 000

[a] Odpovídající úchylky Z a ZA nejsou stanoveny pro jmenovité rozměry větší než 500 mm.

Mezní úchylky pro díry (odpovídající úchylkám ZB a ZC)

Horní mezní úchylka = ES, dolní mezní úchylka = EI

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		ZB					ZC				
Přes	Do včetně	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11
–	3	−40 −50	−40 −54	−40 −65	−40 −80	−40 −100	−60 −70	−60 −74	−60 −85	−60 −100	−60 −120
3	6	−46 −58	−50 −68	−50 −80	−50 −98	−50 −125	−76 −88	−80 −98	−80 −110	−80 −128	−80 −155
6	10	−61 −76	−67 −89	−67 −103	−67 −125	−67 −157	−91 −106	−97 −119	−97 −133	−97 −155	−97 −187
10	14	−83 −101	−90 −117	−90 −133	−90 −160	−90 −200	−123 −141	−130 −157	−130 −173	−130 −200	−130 −240
14	18	−101 −119	−108 −135	−108 −151	−108 −178	−108 −218	−143 −161	−150 −177	−150 −193	−150 −220	−150 −260
18	24	−128 −149	−136 −169	−136 −188	−136 −220	−136 −266	−180 −201	−188 −221	−188 −240	−188 −272	−188 −318
24	30	−152 −173	−160 −193	−160 −212	−160 −244	−160 −290	−210 −231	−218 −251	−218 −270	−218 −302	−218 −348
30	40	−191 −216	−200 −239	−200 −262	−200 −300	−200 −360	−265 −290	−274 −313	−274 −336	−274 −374	−274 −434
40	50	−233 −258	−242 −281	−242 −304	−242 −342	−242 −402	−316 −341	−325 −364	−325 −387	−325 −425	−325 −485
50	65	−289 −319	−300 −346	−300 −374	−300 −420	−300 −490	−394 −424	−405 −451	−405 −479	−405 −525	−405 −595
65	80	−349 −379	−360 −406	−360 −434	−360 −480	−360 −550	−469 −499	−480 −526	−480 −554	−480 −600	−480 −670
80	100	−432 −467	−445 −499	−445 −532	−445 −585	−445 −665	−572 −607	−585 −639	−585 −672	−585 −725	−585 −805
100	120	−512 −547	−525 −579	−525 −612	−525 −665	−525 −745	−677 −712	−690 −744	−690 −777	−690 −830	−690 −910
120	140	−605 −645	−620 −683	−620 −720	−620 −780	−620 −870	−785 −825	−800 −863	−800 −900	−800 −960	−800 −1 050
140	160	−685 −725	−700 −763	−700 −800	−700 −860	−700 −950	−885 −925	−900 −963	−900 −1 000	−900 −1 060	−900 −1 150
160	180	−765 −805	−780 −843	−780 −880	−780 −940	−780 −1 030	−985 −1 025	−1 000 −1 063	−1 000 −1 100	−1 000 −1 160	−1 000 −1 250
180	200	−863 −909	−880 −952	−880 −995	−880 −1 065	−880 −1 170	−1 133 −1 179	−1 150 −1 222	−1 150 −1 265	−1 150 −1 335	−1 150 −1 440
200	225	−943 −989	−960 −1 032	−960 −1 075	−960 −1 145	−960 −1 250	−1 233 −1 279	−1 250 −1 322	−1 250 −1 365	−1 250 −1 435	−1 250 −1 540
225	250	−1 033 −1 079	−1 050 −1 122	−1 050 −1 165	−1 050 −1 235	−1 050 −1 340	−1 333 −1 379	−1 350 −1 422	−1 350 −1 465	−1 350 −1 535	−1 350 −1 640
250	280	−1 180 −1 232	−1 200 −1 281	−1 200 −1 330	−1 200 −1 410	−1 200 −1 520	−1 530 −1 582	−1 550 −1 631	−1 550 −1 680	−1 550 −1 760	−1 550 −1 870
280	315	−1 280 −1 332	−1 300 −1 381	−1 300 −1 430	−1 300 −1 510	−1 300 −1 620	−1 680 −1 732	−1 700 −1 781	−1 700 −1 830	−1 700 −1 910	−1 700 −2 020
315	355	−1 479 −1 536	−1 500 −1 589	−1 500 −1 640	−1 500 −1 730	−1 500 −1 860	−1 879 −1 936	−1 900 −1 989	−1 900 −2 040	−1 900 −2 130	−1 900 −2 260
355	400	−1 629 −1 686	−1 650 −1 739	−1 650 −1 790	−1 650 −1 880	−1 650 −2 010	−2 079 −2 136	−2 100 −2 189	−2 100 −2 240	−2 100 −2 330	−2 100 −2 460
400	450	−1 827 −1 890	−1 850 −1 947	−1 850 −2 005	−1 850 −2 100	−1 850 −2 250	−2 377 −2 440	−2 400 −2 497	−2 400 −2 555	−2 400 −2 650	−2 400 −2 800
450	500	−2 077 −2 140	−2 100 −2 197	−2 100 −2 255	−2 100 −2 350	−2 100 −2 500	−2 577 −2 640	−2 600 −2 697	−2 600 −2 755	−2 600 −2 850	−2 600 −3 000

[a] Odpovídající úchylky ZB a ZC nejsou stanoveny pro jmenovité rozměry větší než 500 mm.

Mezní úchylky pro hřídele (odpovídající úchylkám a, b a c)

Horní mezní úchylka = es, dolní mezní úchylka = ei

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		a[b]					b[b]						c				
Přes	Do včetně	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12
–	3b	−270 −295	−270 −310	−270 −330	−270 −370	−270 −410	−140 −154	−140 −165	−140 −180	−140 −200	−140 −240	−140 −280	−60 −74	−60 −85	−60 −100	−60 −120	−60 −150
3	6	−270 −300	−270 −318	−270 −345	−270 −390	−270 −450	−140 −158	−140 −170	−140 −188	−140 −215	−140 −260	−140 −320	−70 −88	−70 −100	−70 −118	−70 −145	−70 −190
6	10	−280 −316	−280 −338	−280 −370	−280 −430	−280 −500	−150 −172	−150 −186	−150 −208	−150 −240	−150 −300	−150 −370	−80 −102	−80 −116	−80 −138	−80 −170	−80 −230
10	18	−290 −333	−290 −360	−290 −400	−290 −470	−290 −560	−150 −177	−150 −193	−150 −220	−150 −260	−150 −330	−150 −420	−95 −122	−95 −138	−95 −165	−95 −205	−95 −275
18	30	−300 −352	−300 −384	−300 −430	−300 −510	−300 −630	−160 −193	−160 −212	−160 −244	−160 −290	−160 −370	−160 −490	−110 −143	−110 −162	−110 −194	−110 −240	−110 −320
30	40	−310 −372	−310 −410	−310 −470	−310 −560	−310 −700	−170 −209	−170 −232	−170 −270	−170 −330	−170 −420	−170 −560	−120 −159	−120 −182	−120 −220	−120 −280	−120 −370
40	50	−320 −382	−320 −420	−320 −480	−320 −570	−320 −710	−180 −219	−180 −242	−180 −280	−180 −340	−180 −430	−180 −570	−130 −169	−130 −192	−130 −230	−130 −290	−130 −380
50	65	−340 −414	−340 −460	−340 −530	−340 −640	−340 −800	−190 −236	−190 −264	−190 −310	−190 −380	−190 −490	−190 −650	−140 −186	−140 −214	−140 −260	−140 −330	−140 −440
65	80	−360 −434	−360 −480	−360 −550	−360 −660	−360 −820	−200 −246	−200 −274	−200 −320	−200 −390	−200 −500	−200 −660	−150 −196	−150 −224	−150 −270	−150 −340	−150 −450
80	100	−380 −467	−380 −520	−380 −600	−380 −730	−380 −920	−220 −274	−220 −307	−220 −360	−220 −440	−220 −570	−220 −760	−170 −224	−170 −257	−170 −310	−170 −390	−170 −520
100	120	−410 −497	−410 −550	−410 −630	−410 −760	−410 −950	−240 −294	−240 −327	−240 −380	−240 −460	−240 −590	−240 −780	−180 −234	−180 −267	−180 −320	−180 −400	−180 −530
120	140	−460 −560	−460 −620	−460 −710	−460 −860	−460 −1 090	−260 −323	−260 −360	−260 −420	−260 −510	−260 −660	−260 −890	−200 −263	−200 −300	−200 −360	−200 −450	−200 −600
140	160	−520 −620	−520 −680	−520 −770	−520 −920	−520 −1 150	−280 −343	−280 −380	−280 −440	−280 −530	−280 −680	−280 −910	−210 −273	−210 −310	−210 −370	−210 −460	−210 −610
160	180	−580 −680	−580 −740	−580 −830	−580 −980	−580 −1 210	−310 −373	−310 −410	−310 −470	−310 −560	−310 −710	−310 −940	−230 −293	−230 −330	−230 −390	−230 −480	−230 −630
180	200	−660 −775	−660 −845	−660 −950	−660 −1 120	−660 −1 380	−340 −412	−340 −455	−340 −525	−340 −630	−340 −800	−340 −1 060	−240 −312	−240 −355	−240 −425	−240 −530	−240 −700
200	225	−740 −855	−740 −925	−740 −1 030	−740 −1 200	−740 −1 460	−380 −452	−380 −495	−380 −565	−380 −670	−380 −840	−380 −1 100	−260 −332	−260 −375	−260 −445	−260 −550	−260 −720
225	250	−820 −935	−820 −1 005	−820 −1 110	−820 −1 280	−820 −1 540	−420 −492	−420 −535	−420 −605	−420 −710	−420 −880	−420 −1 140	−280 −352	−280 −395	−280 −465	−280 −570	−280 −740
250	280	−920 −1 050	−920 −1 130	−920 −1 240	−920 −1 440	−920 −1 730	−480 −561	−480 −610	−480 −690	−480 −800	−480 −1 000	−480 −1 290	−300 −381	−300 −430	−300 −510	−300 −620	−300 −820
280	315	−1 050 −1 180	−1 050 −1 260	−1 050 −1 370	−1 050 −1 570	−1 050 −1 860	−540 −621	−540 −670	−540 −750	−540 −860	−540 −1 060	−540 −1 350	−330 −411	−330 −460	−330 −540	−330 −650	−330 −850
315	355	−1 200 −1 340	−1 200 −1 430	−1 200 −1 560	−1 200 −1 770	−1 200 −2 090	−600 −689	−600 −740	−600 −830	−600 −960	−600 −1 170	−600 −1 490	−360 −449	−360 −500	−360 −590	−360 −720	−360 −930
355	400	−1 350 −1 490	−1 350 −1 580	−1 350 −1 710	−1 350 −1 920	−1 350 −2 240	−680 −769	−680 −820	−680 −910	−680 −1 040	−680 −1 250	−680 −1 570	−400 −489	−400 −540	−400 −630	−400 −760	−400 −970
400	450	−1 500 −1 655	−1 500 −1 750	−1 500 −1 900	−1 500 −2 130	−1 500 −2 470	−760 −857	−760 −915	−760 −1 010	−760 −1 160	−760 −1 390	−760 −1 730	−440 −537	−440 −595	−440 −690	−440 −840	−440 −1 070
450	500	−1 650 −1 805	−1 650 −1 900	−1 650 −2 050	−1 650 −2 280	−1 650 −2 620	−840 −937	−840 −995	−840 −1 090	−840 −1 240	−840 −1 470	−840 −1 810	−480 −577	−480 −635	−480 −730	−480 −880	−480 −1 110

[a] Odpovídající úchylky a, b a c nejsou stanoveny pro jmenovité rozměry větší než 500 mm.

[b] Odpovídající úchylky a a b nesmí být použity pro libovolné základní toleranční stupně ve jmenovitých rozměrech menších nebo rovných než 1 mm.

Mezní úchylky pro hřídele (odpovídající úchylkám cd a d)

Horní mezní úchylka = es, dolní mezní úchylka = ei

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		cd[a]						d								
Přes	Do včetně	5	6	7	8	9	10	5	6	7	8	9	10	11	12	13
–	3	−34 −38	−34 −40	−34 −44	−34 −48	−34 −59	−34 −74	−20 −24	−20 −26	−20 −30	−20 −34	−20 −45	−20 −60	−20 −80	−20 −120	−20 −160
3	6	−46 −51	−46 −54	−46 −58	−46 −64	−46 −76	−46 −94	−30 −35	−30 −38	−30 −42	−30 −48	−30 −60	−30 −78	−30 −105	−30 −150	−30 −210
6	10	−56 −62	−56 −65	−56 −71	−56 −78	−56 −92	−56 −114	−40 −46	−40 −49	−40 −55	−40 −62	−40 −76	−40 −98	−40 −130	−40 −190	−40 −260
10	18							−50 −58	−50 −61	−50 −68	−50 −77	−50 −93	−50 −120	−50 −160	−50 −230	−50 −320
18	30							−65 −74	−65 −78	−65 −86	−65 −98	−65 −117	−65 −149	−65 −195	−65 −275	−65 −395
30	50							−80 −91	−80 −96	−80 −105	−80 −119	−80 −142	−80 −180	−80 −240	−80 −330	−80 −470
50	80							−100 −113	−100 −119	−100 −130	−100 −146	−100 −174	−100 −220	−100 −290	−100 −400	−100 −560
80	120							−120 −135	−120 −142	−120 −155	−120 −174	−120 −207	−120 −260	−120 −340	−120 −470	−120 −660
120	180							−145 −163	−145 −170	−145 −185	−145 −208	−145 −245	−145 −305	−145 −395	−145 −545	−145 −775
180	250							−170 −190	−170 −199	−170 −216	−170 −242	−170 −285	−170 −355	−170 −460	−170 −630	−170 −890
250	315							−190 −213	−190 −222	−190 −242	−190 −271	−190 −320	−190 −400	−190 −510	−190 −710	−190 −1 000
315	400							−210 −235	−210 −246	−210 −267	−210 −299	−210 −350	−210 −440	−210 −570	−210 −780	−210 −1 100
400	500							−230 −257	−230 −270	−230 −293	−230 −327	−230 −385	−230 −480	−230 −630	−230 −860	−230 −1 200

[a] Mezilehlá odpovídající úchylka cd je určena především pro jemnou mechaniku a hodinářství. Pokud toleranční třídy zahrnují tuto odpovídající úchylku v jiných jmenovitých rozměrech než je požadována, může být vypočtena podle ISO 286-1.

Mezní úchylky pro hřídele (odpovídající úchylkám e a ef)

Horní mezní úchylka = es, dolní mezní úchylka = ei

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		e						ef[a]							
Přes	Do včetně	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	−14 −18	−14 −20	−14 −24	−14 −28	−14 −39	−14 −54	−10 −12	−10 −13	−10 −14	−10 −16	−10 −20	−10 −24	−10 −35	−10 −50
3	6	−20 −25	−20 −28	−20 −32	−20 −38	−20 −50	−20 −68	−14 −16,5	−14 −18	−14 −19	−14 −22	−14 −26	−14 −32	−14 −44	−14 −62
6	10	−25 −31	−25 −34	−25 −40	−25 −47	−25 −61	−25 −83	−18 −20,5	−18 −22	−18 −24	−18 −27	−18 −33	−18 −40	−18 −54	−18 −76
10	18	−32 −40	−32 −43	−32 −50	−32 −59	−32 −75	−32 −102								
18	30	−40 −49	−40 −53	−40 −61	−40 −73	−40 −92	−40 −124								
30	50	−50 −61	−50 −66	−50 −75	−50 −89	−50 −112	−50 −150								
50	80	−60 −73	−60 −79	−60 −90	−60 −106	−60 −134	−60 −180								
80	120	−72 −87	−72 −94	−72 −107	−72 −126	−72 −159	−72 −212								
120	180	−85 −103	−85 −110	−85 −125	−85 −148	−85 −185	−85 −245								
180	250	−100 −120	−100 −129	−100 −146	−100 −172	−100 −215	−100 −285								
250	315	−110 −133	−110 −142	−110 −162	−110 −191	−110 −240	−110 −320								
315	400	−125 −150	−125 −161	−125 −182	−125 −214	−125 −265	−125 −355								
400	500	−135 −162	−135 −175	−135 −198	−135 −232	−135 −290	−135 −385								

[a] Mezilehlá odpovídající úchylka ef je určena především pro jemnou mechaniku a hodinářství. Pokud toleranční třídy zahrnují tuto odpovídající úchylku v jiných jmenovitých rozměrech než je požadována, může být vypočtena podle ISO 286-1.

Mezní úchylky pro hřídele (odpovídající úchylkám f a fg)

Horní mezní úchylka = es, dolní mezní úchylka = ei

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		f								fg[a]							
Přes	Do včetně	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
–	3	−6 −8	−6 −9	−6 −10	−6 −12	−6 −16	−6 −20	−6 −31	−6 −46	−4 −6	−4 −7	−4 −8	−4 −10	−4 −14	−4 −18	−4 −29	−4 −44
3	6	−10 −12,5	−10 −14	−10 −15	−10 −18	−10 −22	−10 −28	−10 −40	−10 −58	−6 −8,5	−6 −10	−6 −11	−6 −14	−6 −18	−6 −24	−6 −36	−6 −54
6	10	−13 −15,5	−13 −17	−13 −19	−13 −22	−13 −28	−13 −35	−13 −49	−13 −71	−8 −10,5	−8 −12	−8 −14	−8 −17	−8 −23	−8 −30	−8 −44	−8 −66
10	18	−16 −19	−16 −21	−16 −24	−16 −27	−16 −34	−16 −43	−16 −59	−16 −86								
18	30	−20 −24	−20 −26	−20 −29	−20 −33	−20 −41	−20 −53	−20 −72	−20 −104								
30	50	−25 −29	−25 −32	−25 −36	−25 −41	−25 −50	−25 −64	−25 −87	−25 −125								
50	80		−30 −38	−30 −43	−30 −49	−30 −60	−30 −76	−30 −104									
80	120		−36 −46	−36 −51	−36 −58	−36 −71	−36 −90	−36 −123									
120	180		−43 −55	−43 −61	−43 −68	−43 −83	−43 −106	−43 −143									
180	250		−50 −64	−50 −70	−50 −79	−50 −96	−50 −122	−50 −165									
250	315		−56 −72	−56 −79	−56 −88	−56 −108	−56 −137	−56 −186									
315	400		−62 −80	−62 −87	−62 −98	−62 −119	−62 −151	−62 −202									
400	500		−68 −88	−68 −95	−68 −108	−68 −131	−68 −165	−68 −223									

[a] Mezilehlá odpovídající úchylka fg je určena především pro jemnou mechaniku a hodinářství. Pokud toleranční třídy zahrnují tuto odpovídající úchylku v jiných jmenovitých rozměrech než je požadována, může být vypočtena podle ISO 286-1.

Mezní úchylky pro hřídele (odpovídající úchylkám g)

Horní mezní úchylka = es, dolní mezní úchylka = ei

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		g							
Přes	Do včetně	3	4	5	6	7	8	9	10
–	3	−2 −4	−2 −5	−2 −6	−2 −8	−2 −12	−2 −16	−2 −27	−2 −42
3	6	−4 −6,5	−4 −8	−4 −9	−4 −12	−4 −16	−4 −22	−4 −34	−4 −52
6	10	−5 −7,5	−5 −9	−5 −11	−5 −14	−5 −20	−5 −27	−5 −41	−5 −63
10	18	−6 −9	−6 −11	−6 −14	−6 −17	−6 −24	−6 −33	−6 −49	−6 −76
18	30	−7 −11	−7 −13	−7 −16	−7 −20	−7 −28	−7 −40	−7 −59	−7 −91
30	50	−9 −13	−9 −16	−9 −20	−9 −25	−9 −34	−9 −48	−9 −71	−9 −109
50	80		−10 −18	−10 −23	−10 −29	−10 −40	−10 −56		
80	120		−12 −22	−12 −27	−12 −34	−12 −47	−12 −66		
120	180		−14 −26	−14 −32	−14 −39	−14 −54	−14 −77		
180	250		−15 −29	−15 −35	−15 −44	−15 −61	−15 −87		
250	315		−17 −33	−17 −40	−17 −49	−17 −69	−17 −98		
315	400		−18 −36	−18 −43	−18 −54	−18 −75	−18 −107		
400	500		−20 −40	−20 −47	−20 −60	−20 −83	−20 −117		

Mezní úchylky pro hřídele (odpovídající úchylkám h)

Horní mezní úchylka = es, dolní mezní úchylka = ei

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		h																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14[a]	15[a]	16[a]	17	18
Přes	Do včetně	Úchylky																	
		μm											mm						
–	3a	0 −0,8	0 −1,2	0 −2	0 −3	0 −4	0 −6	0 −10	0 −14	0 −25	0 −40	0 −60	0 −0,1	0 −0,14	0 −0,25	0 −0,4	0 −0,6		
3	6	0 −1	0 −1,5	0 −2,5	0 −4	0 −5	0 −8	0 −12	0 −18	0 −30	0 −48	0 −75	0 −0,12	0 −0,18	0 −0,3	0 −0,48	0 −0,75	0 −1,2	0 −1,8
6	10	0 −1	0 −1,5	0 −2,5	0 −4	0 −6	0 −9	0 −15	0 −22	0 −36	0 −58	0 −90	0 −0,15	0 −0,22	0 −0,36	0 −0,58	0 −0,9	0 −1,5	0 −2,2
10	18	0 −1,2	0 −2	0 −3	0 −5	0 −8	0 −11	0 −18	0 −27	0 −43	0 −70	0 −110	0 −0,18	0 −0,27	0 −0,43	0 −0,7	0 −1,1	0 −1,8	0 −2,7
18	30	0 −1,5	0 −2,5	0 −4	0 −6	0 −9	0 −13	0 −21	0 −33	0 −52	0 −84	0 −130	0 −0,21	0 −0,33	0 −0,52	0 −0,84	0 −1,3	0 −2,1	0 −3,3
30	50	0 −1,5	0 −2,5	0 −4	0 −7	0 −11	0 −16	0 −25	0 −39	0 −62	0 −100	0 −160	0 −0,25	0 −0,39	0 −0,62	0 −1	0 −1,6	0 −2,5	0 −3,9
50	80	0 −2	0 −3	0 −5	0 −8	0 −13	0 −19	0 −30	0 −46	0 −74	0 −120	0 −190	0 −0,3	0 −0,46	0 −0,74	0 −1,2	0 −1,9	0 −3	0 −4,6
80	120	0 −2,5	0 −4	0 −6	0 −10	0 −15	0 −22	0 −35	0 −54	0 −87	0 −140	0 −220	0 −0,35	0 −0,54	0 −0,87	0 −1,4	0 −2,2	0 −3,5	0 −5,4
120	180	0 −3,5	0 −5	0 −8	0 −12	0 −18	0 −25	0 −40	0 −63	0 −100	0 −160	0 −250	0 −0,4	0 −0,63	0 −1	0 −1,6	0 −2,5	0 −4	0 −6,3
180	250	0 −4,5	0 −7	0 −10	0 −14	0 −20	0 −29	0 −46	0 −72	0 −115	0 −185	0 −290	0 −0,46	0 −0,72	0 −1,15	0 −1,85	0 −2,9	0 −4,6	0 −7,2
250	315	0 −6	0 −8	0 −12	0 −16	0 −23	0 −32	0 −52	0 −81	0 −130	0 −210	0 −320	0 −0,52	0 −0,81	0 −1,3	0 −2,1	0 −3,2	0 −5,2	0 −8,1
315	400	0 −7	0 −9	0 −13	0 −18	0 −25	0 −36	0 −57	0 −89	0 −140	0 −230	0 −360	0 −0,57	0 −0,89	0 −1,4	0 −2,3	0 −3,6	0 −5,7	0 −8,9
400	500	0 −8	0 −10	0 −15	0 −20	0 −27	0 −40	0 −63	0 −97	0 −155	0 −250	0 −400	0 −0,63	0 −0,97	0 −1,55	0 −2,5	0 −4	0 −6,3	0 −9,7

[a] Toleranční stupně IT14 až IT18 (včetně) nesmí být použity pro jmenovité rozměry menší nebo rovné než 1 mm.

Mezní úchylky pro hřídele (odpovídající úchylkám js)

Horní mezní úchylka = es, dolní mezní úchylka = ei

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		js																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14[b]	15[b]	16[b]	17	18
Přes	Do včetně	Úchylky																	
		μm											mm						
–	3[b]	±0,4	±0,6	±1	±1,5	±2	±3	±5	±7	±12,5	±20	±30	±0,05	±0,07	±0,125	±0,2	±0,3		
3	6	±0,5	±0,75	±1,25	±2	±2,5	±4	±6	±9	±15	±24	±37,5	±0,06	±0,09	±0,15	±0,24	+0,375	±0,6	±0,9
6	10	±0,5	±0,75	±1,25	±2	±3	±4,5	±7,5	±11	±18	±29	±45	±0,075	±0,11	±0,18	±0,29	±0,45	±0,75	±1,1
10	18	±0,6	±1	±1,5	±2,5	±4	±5,5	±9	±13,5	±21,5	±35	±55	±0,09	±0,135	±0,215	±0,35	±0,55	±0,9	±1,35
18	30	±0,75	±1,25	±2	±3	±4,5	±6,5	±10,5	±16,5	±26	±42	±65	±0,105	±0,165	±0,26	±0,42	±0,65	±1,05	±1,65
30	50	±0,75	±1,25	±2	±3,5	±5,5	±8	±12,5	±19,5	±31	±50	±80	±0,125	±0,195	±0,31	±0,5	±0,8	±1,25	±1,95
50	80	±1	±1,5	±2,5	±4	±6,5	±9,5	±15	±23	±37	±60	±95	±0,15	±0,23	±0,37	±0,6	±0,95	±1,5	±2,3
80	120	±1,25	±2	±3	±5	±7,5	±11	±17,5	±27	±43,5	±70	±110	±0,175	±0,27	±0,435	±0,7	±1,1	±1,75	±2,7
120	180	±1,75	±2,5	±4	±6	±9	±12,5	±20	±31,5	±50	±80	±125	±0,2	±0,315	±0,5	±0,8	±1,25	±2	±3,15
180	250	±2,25	±3,5	±5	±7	±10	±14,5	±23	±36	±57,5	±92,5	±145	±0,23	±0,36	±0,575	±0,925	±1,45	±2,3	±3,6
250	315	±3	±4	±6	±8	±11,5	±16	±26	±40,5	±65	±105	±160	±0,26	±0,405	±0,65	±1,05	±1,6	±2,6	±4,05
315	400	±3,5	±4,5	±6,5	±9	±12,5	±18	±28,5	±44,5	±70	±115	±180	±0,285	±0,445	±0,7	±1,15	±1,8	±2,85	±4,45
400	500	±4	±5	±7,5	±10	±13,5	±20	±31,5	±48,5	±77,5	±125	±200	±0,315	±0,485	±0,775	±1,25	±2	±3,15	±4,85

[a] Aby se neopakovaly stejné hodnoty je v tabulce použit zápis „±x"; tento zápis znamená, že *es* = +*x* a *ei* = –*x*, např. $^{+\,0,23}_{-\,0,23}$ mm.

[b] Toleranční stupně IT14 až IT16 (včetně) nesmí být použity pro jmenovité rozměry menší nebo rovné než 1 mm.

Mezní úchylky pro hřídele (odpovídající úchylkám j a k)

Horní mezní úchylka = es, dolní mezní úchylka = ei

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		j				k										
Přes	Do včetně	5[a]	6[a]	7[a]	8	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
–	3	±2	+4 −2	+6 −4	+8 −6	+2 0	+3 0	+4 0	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	+60 0	+100 0	+140 0
3	6	+3 −2	+6 −2	+8 −4		+2,5 0	+5 +1	+6 +1	+9 +1	+13 +1	+18 0	+30 0	+48 0	+75 0	+120 0	+190 0
6	10	+4 −2	+7 −2	+10 −5		+2,5 0	+5 +1	+7 +1	+10 +1	+16 +1	+22 0	+36 0	+58 0	+90 0	+150 0	+220 0
10	18	+5 −3	+8 −3	+12 −6		+3 0	+6 +1	+9 +1	+12 +1	+19 +1	+27 0	+43 0	+70 0	+110 0	+180 0	+270 0
18	30	+5 −4	+9 −4	+13 −8		+4 0	+8 +2	+11 +2	+15 +2	+23 +2	+33 0	+52 0	+84 0	+130 0	+210 0	+330 0
30	50	+6 −5	+11 −5	+15 −10		+4 0	+9 +2	+13 +2	+18 +2	+27 +2	+39 0	+62 0	+100 0	+160 0	+250 0	+390 0
50	80	+6 −7	+12 −7	+18 −12			+10 +2	+15 +2	+21 +2	+32 +2	+46 0	+74 0	+120 0	+190 0	+300 0	+460 0
80	120	+6 −9	+13 −9	+20 −15			+13 +3	+18 +3	+25 +3	+38 +3	+54 0	+87 0	+140 0	+220 0	+350 0	+540 0
120	180	+7 −11	+14 −11	+22 −18			+15 +3	+21 +3	+28 +3	+43 +3	+63 0	+100 0	+160 0	+250 0	+400 0	+630 0
180	250	+7 −13	+16 −13	+25 −21			+18 +4	+24 +4	+33 +4	+50 +4	+72 0	+115 0	+185 0	+290 0	+460 0	+720 0
250	315	+7 −16	±16	±26			+20 +4	+27 +4	+36 +4	+56 +4	+81 0	+130 0	+210 0	+320 0	+520 0	+810 0
315	400	+7 −18	±18	+29 −28			+22 +4	+29 +4	+40 +4	+61 +4	+89 0	+140 0	+230 0	+360 0	+570 0	+890 0
400	500	+7 −20	±20	+31 −32			+25 +5	+32 +5	+45 +5	+68 +5	+97 0	+155 0	+250 0	+400 0	+630 0	+970 0

[a] Hodnoty pro j5, j6 a j7 jsou uvedeny zápisem "±x", jsou identické s tolerančními třídami js5, js6 nebo js7 v příslušném rozsahu jmenovité rozměry.

Mezní úchylky pro hřídele (odpovídající úchylkám m a n)

Horní mezní úchylka = es, dolní mezní úchylka = ei

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		m							n						
Přes	Do včetně	3	4	5	6	7	8	9	3	4	5	6	7	8	9
–	3	+4 +2	+5 +2	+6 +2	+8 +2	+12 +2	+16 +2	+27 +2	+6 +4	+7 +4	+8 +4	+10 +4	+14 +4	+18 +4	+29 +4
3	6	+6,5 +4	+8 +4	+9 +4	+12 +4	+16 +4	+22 +4	+34 +4	+10,5 +8	+12 +8	+13 +8	+16 +8	+20 +8	+26 +8	+38 +8
6	10	+8,5 +6	+10 +6	+12 +6	+15 +6	+21 +6	+28 +6	+42 +6	+12,5 +10	+14 +10	+16 +10	+19 +10	+25 +10	+32 +10	+46 +10
10	18	+10 +7	+12 +7	+15 +7	+18 +7	+25 +7	+34 +7	+50 +7	+15 +12	+17 +12	+20 +12	+23 +12	+30 +12	+39 +12	+55 +12
18	30	+12 +8	+14 +8	+17 +8	+21 +8	+29 +8	+41 +8	+60 +8	+19 +15	+21 +15	+24 +15	+28 +15	+36 +15	+48 +15	+67 +15
30	50	+13 +9	+16 +9	+20 +9	+25 +9	+34 +9	+48 +9	+71 +9	+21 +17	+24 +17	+28 +17	+33 +17	+42 +17	+56 +17	+79 +17
50	80		+19 +11	+24 +11	+30 +11	+41 +11				+28 +20	+33 +20	+39 +20	+50 +20		
80	120		+23 +13	+28 +13	+35 +13	+48 +13				+33 +23	+38 +23	+45 +23	+58 +23		
120	180		+27 +15	+33 +15	+40 +15	+55 +15				+39 +27	+45 +27	+52 +27	+67 +27		
180	250		+31 +17	+37 +17	+46 +17	+63 +17				+45 +31	+51 +31	+60 +31	+77 +31		
250	315		+36 +20	+43 +20	+52 +20	+72 +20				+50 +34	+57 +34	+66 +34	+86 +34		
315	400		+39 +21	+46 +21	+57 +21	+78 +21				+55 +37	+62 +37	+73 +37	+94 +37		
400	500		+43 +23	+50 +23	+63 +23	+86 +23				+60 +40	+67 +40	+80 +40	+103 +40		

Mezní úchylky pro hřídele (odpovídající úchylkám p)

Horní mezní úchylka = es, dolní mezní úchylka = ei

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		p							
Přes	Do včetně	3	4	5	6	7	8	9	10
–	3	+8 +6	+9 +6	+10 +6	+12 +6	+16 +6	+20 +6	+31 +6	+46 +6
3	6	+14,5 +12	+16 +12	+17 +12	+20 +12	+24 +12	+30 +12	+42 +12	+60 +12
6	10	+17,5 +15	+19 +15	+21 +15	+24 +15	+30 +15	+37 +15	+51 +15	+73 +15
10	18	+21 +18	+23 +18	+26 +18	+29 +18	+36 +18	+45 +18	+61 +18	+88 +18
18	30	+26 +22	+28 +22	+31 +22	+35 +22	+43 +22	+55 +22	+74 +22	+106 +22
30	50	+30 +26	+33 +26	+37 +26	+42 +26	+51 +26	+65 +26	+88 +26	+126 +26
50	80		+40 +32	+45 +32	+51 +32	+62 +32	+78 +32		
80	120		+47 +37	+52 +37	+59 +37	+72 +37	+91 +37		
120	180		+55 +43	+61 +43	+68 +43	+83 +43	+106 +43		
180	250		+64 +50	+70 +50	+79 +50	+96 +50	+122 +50		
250	315		+72 +56	+79 +56	+88 +56	+108 +56	+137 +56		
315	400		+80 +62	+87 +62	+98 +62	+119 +62	+151 +62		
400	500		+88 +68	+95 +68	+108 +68	+131 +68	+165 +68		

Mezní úchylky pro hřídele (odpovídající úchylkám r)

Horní mezní úchylka = ES
Dolní mezní úchylka = EI
Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		r							
Přes	Do včetně	3	4	5	6	7	8	9	10
–	3	+12 +10	+13 +10	+14 +10	+16 +10	+20 +10	+24 +10	+35 +10	+50 +10
3	6	+17,5 +15	+19 +15	+20 +15	+23 +15	+27 +15	+33 +15	+45 +15	+63 +15
6	10	+21,5 +19	+23 +19	+25 +19	+28 +19	+34 +19	+41 +19	+55 +19	+77 +19
10	18	+26 +23	+28 +23	+31 +23	+34 +23	+41 +23	+50 +23	+66 +23	+93 +23
18	30	+32 +28	+34 +28	+37 +28	+41 +28	+49 +28	+61 +28	+80 +28	+112 +28
30	50	+38 +34	+41 +34	+45 +34	+50 +34	+59 +34	+73 +34	+96 +34	+134 +34
50	65		+49 +41	+54 +41	+60 +41	+71 +41	+87 +41		
65	80		+51 +43	+56 +43	+62 +43	+73 +43	+89 +43		
80	100		+61 +51	+66 +51	+73 +51	+86 +51	+105 +51		
100	120		+64 +54	+69 +54	+76 +54	+89 +54	+108 +54		
120	140		+75 +63	+81 +63	+88 +63	+103 +63	+126 +63		
140	160		+77 +65	+83 +65	+90 +65	+105 +65	+128 +65		
160	180		+80 +68	+86 +68	+93 +68	+108 +68	+131 +68		
180	200		+91 +77	+97 +77	+106 +77	+123 +77	+149 +77		
200	225		+94 +80	+100 +80	+109 +80	+126 +80	+152 +80		
225	250		+98 +84	+104 +84	+113 +84	+130 +84	+156 +84		
250	280		+110 +94	+117 +94	+126 +94	+146 +94	+175 +94		
280	315		+114 +98	+121 +98	+130 +98	+150 +98	+179 +98		
315	355		+126 +108	+133 +108	+144 +108	+165 +108	+197 +108		
355	400		+132 +114	+139 +114	+150 +114	+171 +114	+203 +114		
400	450		+146 +126	+153 +126	+166 +126	+189 +126	+223 +126		
450	500		+152 +132	+159 +132	+172 +132	+195 +132	+229 +132		

Mezní úchylky pro hřídele (odpovídající úchylkám s)

Horní mezní úchylka = ES
Dolní mezní úchylka = EI
Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		s							
Přes	Do včetně	3	4	5	6	7	8	9	10
–	3	+16 +14	+17 +14	+18 +14	+20 +14	+24 +14	+28 +14	+39 +14	+54 +14
3	6	+21,5 +19	+23 +19	+24 +19	+27 +19	+31 +19	+37 +19	+49 +19	+67 +19
6	10	+25,5 +23	+27 +23	+29 +23	+32 +23	+38 +23	+45 +23	+59 +23	+81 +23
10	18	+31 +28	+33 +28	+36 +28	+39 +28	+46 +28	+55 +28	+71 +28	+98 +28
18	30	+39 +35	+41 +35	+44 +35	+48 +35	+56 +35	+68 +35	+87 +35	+119 +35
30	50	+47 +43	+50 +43	+54 +43	+59 +43	+68 +43	+82 +43	+105 +43	+143 +43
50	65		+61 +53	+66 +53	+72 +53	+83 +53	+99 +53	+127 +53	
65	80		+67 +59	+72 +59	+78 +59	+89 +59	+105 +59	+133 +59	
80	100		+81 +71	+86 +71	+93 +71	+106 +71	+125 +71	+158 +71	
100	120		+89 +79	+94 +79	+101 +79	+114 +79	+133 +79	+166 +79	
120	140		+104 +92	+110 +92	+117 +92	+132 +92	+155 +92	+192 +92	
140	160		+112 +100	+118 +100	+125 +100	+140 +100	+163 +100	+200 +100	
160	180		+120 +108	+126 +108	+133 +108	+148 +108	+171 +108	+208 +108	
180	200		+136 +122	+142 +122	+151 +122	+168 +122	+194 +122	+237 +122	
200	225		+144 +130	+150 +130	+159 +130	+176 +130	+202 +130	+245 +130	
225	250		+154 +140	+160 +140	+169 +140	+186 +140	+212 +140	+255 +140	
250	280		+174 +158	+181 +158	+190 +158	+210 +158	+239 +158	+288 +158	
280	315		+186 +170	+193 +170	+202 +170	+222 +170	+251 +170	+300 +170	
315	355		+208 +190	+215 +190	+226 +190	+247 +190	+279 +190	+330 +190	
355	400		+226 +208	+233 +208	+244 +208	+265 +208	+297 +208	+348 +208	
400	450		+252 +232	+259 +232	+272 +232	+295 +232	+329 +232	+387 +232	
450	500		+272 +252	+279 +252	+292 +252	+315 +252	+349 +252	+407 +252	

Mezní úchylky pro hřídele (odpovídající úchylkám t a u)

Horní mezní úchylka = ES
Dolní mezní úchylka = EI
Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		t[a]				u				
Přes	Do včetně	5	6	7	8	5	6	7	8	9
–	3					+22 +18	+24 +18	+28 +18	+32 +18	+43 +18
3	6					+28 +23	+31 +23	+35 +23	+41 +23	+53 +23
6	10					+34 +28	+37 +28	+43 +28	+50 +28	+64 +28
10	18					+41 +33	+44 +33	+51 +33	+60 +33	+76 +33
18	24					+50 +41	+54 +41	+62 +41	+74 +41	+93 +41
24	30	+50 +41	+54 +41	+62 +41	+74 +41	+57 +48	+61 +48	+69 +48	+81 +48	+100 +48
30	40	+59 +48	+64 +48	+73 +48	+87 +48	+71 +60	+76 +60	+85 +60	+99 +60	+122 +60
40	50	+65 +54	+70 +54	+79 +54	+93 +54	+81 +70	+86 +70	+95 +70	+109 +70	+132 +70
50	65	+79 +66	+85 +66	+96 +66	+112 +66	+100 +87	+106 +87	+117 +87	+133 +87	+161 +87
65	80	+88 +75	+94 +75	+105 +75	+121 +75	+115 +102	+121 +102	+132 +102	+148 +102	+176 +102
80	100	+106 +91	+113 +91	+126 +91	+145 +91	+139 +124	+146 +124	+159 +124	+178 +124	+211 +124
100	120	+119 +104	+126 +104	+139 +104	+158 +104	+159 +144	+166 +144	+179 +144	+198 +144	+231 +144
120	140	+140 +122	+147 +122	+162 +122	+185 +122	+188 +170	+195 +170	+210 +170	+233 +170	+270 +170
140	160	+152 +134	+159 +134	+174 +134	+197 +134	+208 +190	+215 +190	+230 +190	+253 +190	+290 +190
160	180	+164 +146	+171 +146	+186 +146	+209 +146	+228 +210	+235 +210	+250 +210	+273 +210	+310 +210
180	200	+186 +166	+195 +166	+212 +166	+238 +166	+256 +236	+265 +236	+282 +236	+308 +236	+351 +236
200	225	+200 +180	+209 +180	+226 +180	+252 +180	+278 +258	+287 +258	+304 +258	+330 +258	+373 +258
225	250	+216 +196	+225 +196	+242 +196	+268 +196	+304 +284	+313 +284	+330 +284	+356 +284	+399 +284
250	280	+241 +218	+250 +218	+270 +218	+299 +218	+338 +315	+347 +315	+367 +315	+396 +315	+445 +315
280	315	+263 +240	+272 +240	+292 +240	+321 +240	+373 +350	+382 +350	+402 +350	+431 +350	+480 +350
315	355	+293 +268	+304 +268	+325 +268	+357 +268	+415 +390	+426 +390	+447 +390	+479 +390	+530 +390
355	400	+319 +294	+330 +294	+351 +294	+383 +294	+460 +435	+471 +435	+492 +435	+524 +435	+575 +435
400	450	+357 +330	+370 +330	+393 +330	+427 +330	+517 +490	+530 +490	+553 +490	+587 +490	+645 +490
450	500	+387 +360	+400 +360	+423 +360	+457 +360	+567 +540	+580 +540	+603 +540	+637 +540	+695 +540

Mezní úchylky pro hřídele (odpovídající úchylkám v, x a y)

Horní mezní úchylka = es, dolní mezní úchylka = ei

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		v[b]				x						y[c]				
Přes	Do včetně	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
–	3					+24 +20	+26 +20	+30 +20	+34 +20	+45 +20	+60 +20					
3	6					+33 +28	+36 +28	+40 +28	+46 +28	+58 +28	+76 +28					
6	10					+40 +34	+43 +34	+49 +34	+56 +34	+70 +34	+92 +34					
10	14					+48 +40	+51 +40	+58 +40	+67 +40	+83 +40	+110 +40					
14	18	+47 +39	+50 +39	+57 +39	+66 +39	+53 +45	+56 +45	+63 +45	+72 +45	+88 +45	+115 +45					
18	24	+56 +47	+60 +47	+68 +47	+80 +47	+63 +54	+67 +54	+75 +54	+87 +54	+106 +54	+138 +54	+76 +63	+84 +63	+96 +63	+115 +63	+147 +63
24	30	+64 +55	+68 +55	+76 +55	+88 +55	+73 +64	+77 +64	+85 +64	+97 +64	+116 +64	+148 +64	+88 +75	+96 +75	+108 +75	+127 +75	+159 +75
30	40	+79 +68	+84 +68	+93 +68	+107 +68	+91 +80	+96 +80	+105 +80	+119 +80	+142 +80	+180 +80	+110 +94	+119 +94	+133 +94	+156 +94	+194 +94
40	50	+92 +81	+97 +81	+106 +81	+120 +81	+108 +97	+113 +97	+122 +97	+136 +97	+159 +97	+197 +97	+130 +114	+139 +114	+153 +114	+176 +114	+214 +114
50	65	+115 +102	+121 +102	+132 +102	+148 +102	+135 +122	+141 +122	+152 +122	+168 +122	+196 +122	+242 +122	+163 +144	+174 +144	+190 +144		
65	80	+133 +120	+139 +120	+150 +120	+166 +120	+159 +146	+165 +146	+176 +146	+192 +146	+220 +146	+266 +146	+193 +174	+204 +174	+220 +174		
80	100	+161 +146	+168 +146	+181 +146	+200 +146	+193 +178	+200 +178	+213 +178	+232 +178	+265 +178	+318 +178	+236 +214	+249 +214	+268 +214		
100	120	+187 +172	+194 +172	+207 +172	+226 +172	+225 +210	+232 +210	+245 +210	+264 +210	+297 +210	+350 +210	+276 +254	+289 +254	+308 +254		
120	140	+220 +202	+227 +202	+242 +202	+265 +202	+266 +248	+273 +248	+288 +248	+311 +248	+348 +248	+408 +248	+325 +300	+340 +300	+363 +300		
140	160	+246 +228	+253 +228	+268 +228	+291 +228	+298 +280	+305 +280	+320 +280	+343 +280	+380 +280	+440 +280	+365 +340	+380 +340	+403 +340		
160	180	+270 +252	+277 +252	+292 +252	+315 +252	+328 +310	+335 +310	+350 +310	+373 +310	+410 +310	+470 +310	+405 +380	+420 +380	+443 +380		
180	200	+304 +284	+313 +284	+330 +284	+356 +284	+370 +350	+379 +350	+396 +350	+422 +350	+465 +350	+535 +350	+454 +425	+471 +425	+497 +425		
200	225	+330 +310	+339 +310	+356 +310	+382 +310	+405 +385	+414 +385	+431 +385	+457 +385	+500 +385	+570 +385	+499 +470	+516 +470	+542 +470		
225	250	+360 +340	+369 +340	+386 +340	+412 +340	+445 +425	+454 +425	+471 +425	+497 +425	+540 +425	+610 +425	+549 +520	+566 +520	+592 +520		
250	280	+408 +385	+417 +385	+437 +385	+466 +385	+498 +475	+507 +475	+527 +475	+556 +475	+650 +475	+685 +475	+612 +580	+632 +580	+661 +580		
280	315	+448 +425	+457 +425	+477 +425	+506 +425	+548 +525	+557 +525	+577 +525	+606 +525	+655 +525	+735 +525	+682 +650	+702 +650	+731 +650		
315	355	+500 +475	+511 +475	+532 +475	+564 +475	+615 +590	+626 +590	+647 +590	+679 +590	+730 +590	+820 +590	+766 +730	+787 +730	+819 +730		
355	400	+555 +530	+566 +530	+587 +530	+619 +530	+685 +660	+696 +660	+717 +660	+749 +660	+800 +660	+890 +660	+856 +820	+877 +820	+909 +820		
400	450	+622 +595	+635 +595	+658 +595	+692 +595	+767 +740	+780 +740	+803 +740	+837 +740	+895 +740	+990 +740	+960 +920	+983 +920	+1 017 +920		
450	500	+687 +660	+700 +660	+723 +660	+757 +660	+847 +820	+860 +820	+883 +820	+917 +820	+975 +820	+1 070 +820	+1 040 +1 000	+1 063 +1 000	+1 097 +1 000		

[a] Odpovídající úchylky v, x a y nejsou stanoveny pro jmenovité rozměry větší než 500 mm.

b Toleranční třídy v5 až v8 (včetně) nejsou uvedeny tabulkově pro jmenovité rozměry menší nebo rovné než 14 mm. Je doporučeno použití tolerančních tříd x5 až x8 (včetně).

c Toleranční třídy y6 až y10 (včetně) nejsou uvedeny tabulkově pro jmenovité rozměry menší nebo rovné než 18 mm. Je doporučeno použití tolerančních tříd z6 až z10 (včetně).

Mezní úchylky pro hřídele (odpovídající úchylkám z a za)

Horní mezní úchylka = es, dolní mezní úchylka = ei

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		z						za					
Přes	Do včetně	6	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10	11
–	3	+32 +26	+36 +26	+40 +26	+51 +26	+66 +26	+86 +26	+38 +32	+42 +32	+46 +32	+57 +32	+72 +32	+92 +32
3	6	+43 +35	+47 +35	+53 +35	+65 +35	+83 +35	+110 +35	+50 +42	+54 +42	+60 +42	+72 +42	+90 +42	+117 +42
6	10	+51 +42	+57 +42	+64 +42	+78 +42	+100 +42	+132 +42	+61 +52	+67 +52	+74 +52	+88 +52	+110 +52	+142 +52
10	14	+61 +50	+68 +50	+77 +50	+93 +50	+120 +50	+160 +50	+75 +64	+82 +64	+91 +64	+107 +64	+134 +64	+174 +64
14	18	+71 +60	+78 +60	+87 +60	+103 +60	+130 +60	+170 +60	+88 +77	+95 +77	+104 +77	+120 +77	+147 +77	+187 +77
18	24	+86 +73	+94 +73	+106 +73	+125 +73	+157 +73	+203 +73	+111 +98	+119 +98	+131 +98	+150 +98	+182 +98	+228 +98
24	30	+101 +88	+109 +88	+121 +88	+140 +88	+172 +88	+218 +88	+131 +118	+139 +118	+151 +118	+170 +118	+202 +118	+248 +118
30	40	+128 +112	+137 +112	+151 +112	+174 +112	+212 +112	+272 +112	+164 +148	+173 +148	+187 +148	+210 +148	+248 +148	+308 +148
40	50	+152 +136	+161 +136	+175 +136	+198 +136	+236 +136	+296 +136	+196 +180	+205 +180	+219 +180	+242 +180	+280 +180	+340 +180
50	65	+191 +172	+202 +172	+218 +172	+246 +172	+292 +172	+362 +172	+245 +226	+256 +226	+272 +226	+300 +226	+346 +226	+416 +226
65	80	+229 +210	+240 +210	+256 +210	+284 +210	+330 +210	+400 +210	+293 +274	+304 +274	+320 +274	+348 +274	+394 +274	+464 +274
80	100	+280 +258	+293 +258	+312 +258	+345 +258	+398 +258	+478 +258	+357 +335	+370 +335	+389 +335	+422 +335	+475 +335	+555 +335
100	120	+332 +310	+345 +310	+364 +310	+397 +310	+450 +310	+530 +310	+422 +400	+435 +400	+454 +400	+487 +400	+540 +400	+620 +400
120	140	+390 +365	+405 +365	+428 +365	+465 +365	+525 +365	+615 +365	+495 +470	+510 +470	+533 +470	+570 +470	+630 +470	+720 +470
140	160	+440 +415	+455 +415	+478 +415	+515 +415	+575 +415	+665 +415	+560 +535	+575 +535	+598 +535	+635 +535	+695 +535	+785 +535
160	180	+490 +465	+505 +465	+528 +465	+565 +465	+625 +465	+715 +465	+625 +600	+640 +600	+663 +600	+700 +600	+760 +600	+850 +600
180	200	+549 +520	+566 +520	+592 +520	+635 +520	+705 +520	+810 +520	+699 +670	+716 +670	+742 +670	+785 +670	+855 +670	+960 +670
200	225	+604 +575	+621 +575	+647 +575	+690 +575	+760 +575	+865 +575	+769 +740	+786 +740	+812 +740	+855 +740	+925 +740	+1 030 +740
225	250	+669 +640	+686 +640	+712 +640	+755 +640	+825 +640	+930 +640	+849 +820	+866 +820	+892 +820	+935 +820	+1 005 +820	+1 100 +820
250	280	+742 +710	+762 +710	+791 +710	+840 +710	+920 +710	+1 030 +710	+952 +920	+972 +920	+1 001 +920	+1 050 +920	+1 130 +920	+1 240 +920
280	315	+822 +790	+842 +790	+871 +790	+920 +790	+1 000 +790	+1 110 +790	+1 032 +1 000	+1 052 +1 000	+1 081 +1 000	+1 130 +1 000	+1 210 +1 000	+1 320 +1 000
315	355	+936 +900	+957 +900	+989 +900	+1 040 +900	+1 130 +900	+1 260 +900	+1 186 +1 150	+1 207 +1 150	+1 239 +1 150	+1 290 +1 150	+1 380 +1 150	+1 510 +1 150
355	400	+1 036 +1 000	+1 057 +1 000	+1 089 +1 000	+1 140 +1 000	+1 230 +1 000	+1 360 +1 000	+1 336 +1 300	+1 357 +1 300	+1 389 +1 300	+1 440 +1 300	+1 530 +1 300	+1 660 +1 300
400	450	+1 140 +1 100	+1 163 +1 100	+1 197 +1 100	+1 255 +1 100	+1 350 +1 100	+1 500 +1 100	+1 490 +1 450	+1 513 +1 450	+1 547 +1 450	+1 605 +1 450	+1 700 +1 450	+1 850 +1 450
450	500	+1 290 +1 250	+1 313 +1 250	+1 347 +1 250	+1 405 +1 250	+1 500 +1 250	+1 650 +1 250	+1 640 +1 600	+1 663 +1 600	+1 697 +1 600	+1 755 +1 600	+1 850 +1 600	+2 000 +1 600

[a] Odpovídající úchylky z a za nejsou stanoveny pro jmenovité rozměry větší než 500 mm.

Mezní úchylky pro hřídele (odpovídající úchylkám zb a zc)

Horní mezní úchylka = es, dolní mezní úchylka = ei

Úchylky v mikrometrech

Jmenovitý rozměr mm		zb					zc				
Přes	Do včetně	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11
–	3	+50 +40	+54 +40	+65 +40	+80 +40	+100 +40	+70 +60	+74 +60	+85 +60	+100 +60	+120 +60
3	6	+62 +50	+68 +50	+80 +50	+98 +50	+125 +50	+92 +80	+98 +80	+110 +80	+128 +80	+155 +80
6	10	+82 +67	+89 +67	+103 +67	+125 +67	+157 +67	+112 +97	+119 +97	+133 +97	+155 +97	+187 +97
10	14	+108 +90	+117 +90	+133 +90	+160 +90	+200 +90	+148 +130	+157 +130	+173 +130	+200 +130	+240 +130
14	18	+126 +108	+135 +108	+151 +108	+178 +108	+218 +108	+168 +150	+177 +150	+193 +150	+220 +150	+260 +150
18	24	+157 +136	+169 +136	+188 +136	+220 +136	+266 +136	+209 +188	+221 +188	+240 +188	+272 +188	+318 +188
24	30	+181 +160	+193 +160	+212 +160	+244 +160	+290 +160	+239 +218	+251 +218	+270 +218	+302 +218	+348 +218
30	40	+225 +200	+239 +200	+262 +200	+300 +200	+360 +200	+299 +274	+313 +274	+336 +274	+374 +274	+434 +274
40	50	+267 +242	+281 +242	+304 +242	+342 +242	+402 +242	+350 +325	+364 +325	+387 +325	+425 +325	+485 +325
50	65	+330 +300	+346 +300	+374 +300	+420 +300	+490 +300	+435 +405	+451 +405	+479 +405	+525 +405	+595 +405
65	80	+390 +360	+406 +360	+434 +360	+480 +360	+550 +360	+510 +480	+526 +480	+554 +480	+600 +480	+670 +480
80	100	+480 +445	+499 +445	+532 +445	+585 +445	+665 +445	+620 +585	+639 +585	+672 +585	+725 +585	+805 +585
100	120	+560 +525	+579 +525	+612 +525	+665 +525	+745 +525	+725 +690	+744 +690	+777 +690	+830 +690	+910 +690
120	140	+660 +620	+683 +620	+720 +620	+780 +620	+870 +620	+840 +800	+863 +800	+900 +800	+960 +800	+1 050 +800
140	160	+740 +700	+763 +700	+800 +700	+860 +700	+950 +700	+940 +900	+963 +900	+1 000 +900	+1 060 +900	+1 150 +900
160	180	+820 +780	+843 +780	+880 +780	+940 +780	+1 030 +780	+1 040 +1 000	+1 063 +1 000	+1 100 +1 000	+1 160 +1 000	+1 250 +1 000
180	200	+926 +880	+952 +880	+995 +880	+1 065 +880	+1 170 +880	+1 196 +1 150	+1 222 +1 150	+1 265 +1 150	+1 335 +1 150	+1 440 +1 150
200	225	+1 006 +960	+1 032 +960	+1 075 +960	+1 145 +960	+1 250 +960	+1 296 +1 250	+1 322 +1 250	+1 365 +1 250	+1 435 +1 250	+1 540 +1 250
225	250	+1 096 +1 050	+1 122 +1 050	+1 165 +1 050	+1 235 +1 050	+1 340 +1 050	+1 396 +1 350	+1 422 +1 350	+1 465 +1 350	+1 535 +1 350	+1 640 +1 350
250	280	+1 252 +1 200	+1 281 +1 200	+1 330 +1 200	+1 410 +1 200	+1 520 +1 200	+1 602 +1 550	+1 631 +1 550	+1 680 +1 550	+1 760 +1 550	+1 870 +1 550
280	315	+1 352 +1 300	+1 381 +1 300	+1 430 +1 300	+1 510 +1 300	+1 620 +1 300	+1 752 +1 700	+1 781 +1 700	+1 830 +1 700	+1 910 +1 700	+2 020 +1 700
315	355	+1 557 +1 500	+1 589 +1 500	+1 640 +1 500	+1 730 +1 500	+1 860 +1 500	+1 957 +1 900	+1 989 +1 900	+2 040 +1 900	+2 130 +1 900	+2 260 +1 900
355	400	+1 707 +1 650	+1 739 +1 650	+1 790 +1 650	+1 880 +1 650	+2 010 +1 650	+2 157 +2 100	+2 189 +2 100	+2 240 +2 100	+2 330 +2 100	+2 460 +2 100
400	450	+1 913 +1 850	+1 947 +1 850	+2 005 +1 850	+2 100 +1 850	+2 250 +1 850	+2 463 +2 400	+2 497 +2 400	+2 555 +2 400	+2 650 +2 400	+2 800 +2 400
450	500	+2 163 +2 100	+2 197 +2 100	+2 255 +2 100	+2 350 +2 100	+2 500 +2 100	+2 663 +2 600	+2 697 +2 600	+2 755 +2 600	+2 850 +2 600	+3 000 +2 600

[a] Odpovídající úchylky zb a zc nejsou stanoveny pro jmenovité rozměry větší než 500 mm.

Příklady uložení

Druh uložení	Označení	Charakter uložení	Příklad použití
s vůlí	H8/d10 H11/g11	Součásti, které jsou uloženy se značnou vůlí, kde jsou dovoleny velké tolerance	Ložiska pro dlouhé hřídele hospodářských strojů, jeřábů, pák, víka kompresoru, válců, ucpávky
	H8/f8 H7/e8 E8/h9 F8/h8	Součásti, kde je dovolena značná vůle a menší výrobní přesnost	Ložiska dynam, elektrických strojů, čerpadel, ventilátorů, posuvné objímky spojek, pouzdra čepů předních náprav automobilů, hlavní ložiska pístových strojů
	H7/f7	Pro uložení s menší vůlí, u přesnějších součástí. Nejrozšířenější uložení ve strojírenství	Hřídele v převodových skříních, ložiska regulátorů, vřetena obráběcích strojů, hřídele s ozubenými koly, běžná uložení hřídelů v pouzdrech
	H7/g6 G7/h6	Součásti, kde se požaduje uložení s malou vůlí	Součásti obráběcích strojů, posuvná kola v převodových skříních, vřetena brousicích strojů, čepy klikových hřídelů automobilů, písty hydraulických strojů
	H7/h6	Uložení s nepatrnou vůlí. Po namazání se dají posouvat rukou	Přesná vedení strojů a přípravků, vyměnitelná vrtací pouzdra, pánve v ložiskovém tělese. Frézy na frézovacím trnu, vnější kroužky valivých ložisek, vrtací hlavy na vrtacím vřetenu
	H6/g5 H6/h5	Žádané hodnoty lze dosáhnout výběrem při montáži	Přesná točná uložení hřídelů, vodicí pouzdra, pouzdra pro volné řemenice
přechodné	H7/js6 H6/js5	Součásti, které se dají složit nebo rozebrat rukou nebo dřevěným kladivem	Ozubená kola, řemenice na hřídeli, nosná pouzdra ložisek, stavěcí kroužky, často vyjímaná ložisková pouzdra, pinola v koníku
	H7/k6 H6/k5	Spojení, která se dají snadno složit nebo rozebrat ručním kladivem, která z montážních důvodů nemají velký přesah	Pouzdra pro pístní čep, ozubená kola a řemenice, u obráběcích strojů součásti pojištěné proti otáčení, výměnná kola, spojky brzdové kotouče, vnitřní kroužky kuličkových ložisek
	H7/h6 H6/f5	Spojení součástí, u nichž je možno dosáhnout spojení pomocí montážních pomůcek pro vyvození větších sil. Požadovaných přesahů lze dosáhnout tříděním součástí	Pevné zátky, narážená pouzdra, čepy, kde z důvodů konstrukčních lze volit pevnější spojení
s přesahem	H7/r6 H7/s7	Pro nehybná nerozebíratelná spojení součástí lisovaných zastudena nebo zatepla. U těchto součástí není třeba zvláštní pojištění	Trvalé spojení ozubených kol s hřídelem, ložisková pouzdra nalisovaná do ozubených kol
	Hřídele p až z v děrách H Díry P až Z s hřídeli h	Součásti, kde musí být trvalé spojení bez zvláštního zajištění proti pootočení	Bronzové věnce ozubených kol a šroubových kol, nákolky železničních kol, části dělených klikových hřídelů. Na volbu uložení má vliv materiál, délka uložení, jakost povrchu, provozní teplota, hmotnost součástí

GEOMETRICKÉ SPECIFIKACE PRODUKTU (GPS)

Výběr z ČSN EN ISO 8015 (01 4204)
Účinnost od 1. 3. 2012

Základy – Pojmy, principy, a pravidla

Realizace principů

Jakmile je část systému ISO GPS realizovaná ve strojním inženýrství v dokumentaci produktu, je uplatněn celý systém ISO GPS, pokud není uvedeno jinak v dokumentaci, např. odkazem na relevantní normativní dokument.

„Pokud není uvedeno jinak v dokumentaci" předpoklady např. pokud je uvedeno v dokumentaci, že byl připraven v souladu s regionálními, národními nebo podnikovými normami, pak k interpretaci těchto elementů specifikace musí být použity uvedené technické normy, kterými jsou elementy pokryty a nikoliv systém ISO GPS.

„Tolerování podle ISO 8015" může být indikováno volitelně nebo blízko popisového pole, ovšem není předpokladem k vyvolání požadavků systému ISO GPS.

POZNÁMKA 1: Nejběžnější cesta k vyvolání systému ISO GPS je použitím jedné nebo více specifikací GPS na výkresu.

POZNÁMKA 2: Systém ISO GPS je stanoven v mezinárodní normě vydané ISO/TC 213. Viz také ISO/TR 14638.

POZNÁMKA 3: To znamená, že je vyvolaný „celý systém ISO GPS", např. platí základní a všeobecné GPS normy a v důsledku toho např. platí referenční teplota uvedená v ISO 1 (20° C) a pravidla rozhodnutí uvedená v ISO 14253-1, není-li indikováno jinak.

Princip hierarchie GPS normy

Systém ISO GPS je stanoven v hierarchii technických norem, která zahrnuje následující typy mezinárodních norem v následujícím pořadí:

– základní GPS normy;
– globální GPS normy;
– všeobecné GPS normy;
– doplňkové GPS normy.

Pravidla uvedená v mezinárodních normách vyšší úrovně hierarchie platí ve všech případech, pokud v technických normách nižších úrovní hierarchie nejsou konkrétně uvedena jiná pravidla.

Pravidla uvedená v základních GPS normách, např. v mezinárodní normě, platí ve všech případech, pokud pravidla ve specifické normě na nižší úrovni uvádějí jiná pravidla, která platí v rámci předmětu této technické normy.

Pravidla uvedená v globálních GPS normách, např. ISO 1, platí ve všech případech, pokud pravidla ve specifické všeobecné nebo doplňkové GPS normě uvádějí jiná pravidla, která platí v rámci předmětu této technické normy.

Všechna pravidla uvedená v základních a globálních GPS normách platí v doplňujících pravidlech specifikovaných ve všeobecných GPS normách, např. ISO 1101, kromě případů, kdy pravidla ve všeobecné GPS normě jsou významně odlišná od pravidel uvedených v základních a globálních GPS normách a nejsou-li pravidla ve specifické doplňkové GPS normě dána jiná pravidla, která platí v rámci předmětu této technické normy.

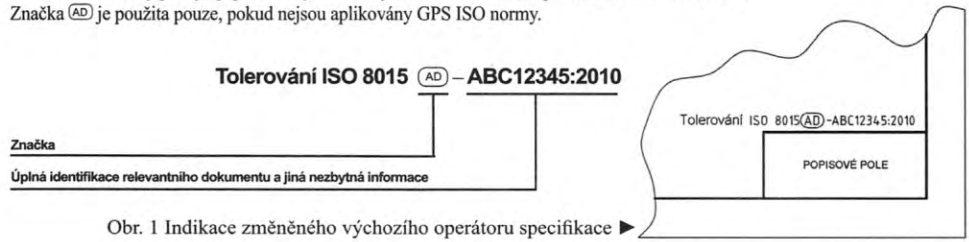
Všechna pravidla uvedená v základních, globálních a všeobecných GPS normách platí v doplňujících pravidlech specifikovaných v doplňkových GPS normách, např. ISO 2768-1, s výjimkou případů, kde pravidla v doplňkové GPS normě jsou významně odlišná od pravidel daných v základních, globálních a všeobecných GPS normách.

Princip konečného výkresu

Výkres je konečný. Všechny specifikace musí být indikovány na výkrese použitím symboliky GPS (s nebo bez modifikátorů specifikace), souvisejících výchozích pravidel nebo speciálních pravidel a odkazy na související dokumentaci, např. na regionální, národní nebo podnikové normy. V důsledku toho požadavky, které nejsou specifikovány výkresem, nemohou být uplatněny.

Výkres může obsahovat specifikace týkající se několika etap dokončení produktu. V tomto případě musí být indikováno, ke které etapě se každá indikace vztahuje, pokud to není konečná etapa.

Některé ISO normy poskytují prostředky změnit výchozí ISO normu, např. Rozměr ISO 14405 GG.
Značka (AD) je použita pouze, pokud nejsou aplikovány GPS ISO normy.



Obr. 1 Indikace změněného výchozího operátoru specifikace ►

GEOMETRICKÉ SPECIFIKACE PRODUKTU (GPS)

Výběr z ČSN EN ISO 1101
(01 4120)
Účinnost od 1. 2. 2014

Geometrické tolerování – Tolerance tvaru, orientace, umístění a házení

Druh tolerance tvaru nebo polohy se na výkrese označí příslušnou značkou (tab. 1).

Údaje se zapisují do tolerančního rámečku, rozděleného na dvě nebo tři pole, v pořadí (zleva doprava, obr. 2):

v prvním poli se uvádí značka tolerance,
v druhém poli se zapisuje číselná hodnota tolerance v milimetrech,
v třetím poli se zapisuje podle potřeby písemné označení základny.

Toleranční rámeček se kreslí přednostně ve vodorovné poloze tenkými plnými čarami.

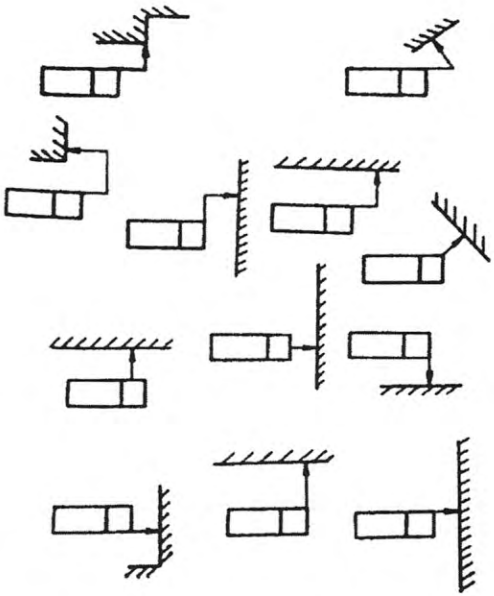
Toleranční rámeček se nesmí protínat jakýmikoli čarami.

Základny se označují plným trojúhelníčkem, který se spojí spojovací čarou s tolerančním rámečkem, je rovnostranný a má přibližně výšku rovnou velikosti písma kót.

Nelze-li trojúhelníček spojit s tolerančním rámečkem, označí se základna písmenem velké abecedy ve zvláštním rámečku a totéž písmeno se napíše do třetího pole tolerančního rámečku.

Souhrnné tolerance tvaru a polohy, pro které nejsou stanoveny zvláštní grafické značky, se označují v prvním poli tolerančního rámečku v pořadí:

značka tolerance polohy,
značka tolerance tvaru.



Obr. 2

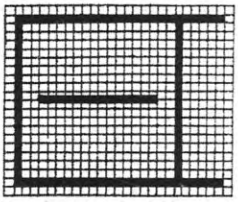
ZNAČKY PRO GEOMETRICKÉ TOLEROVÁNÍ

Tvary a rozměry

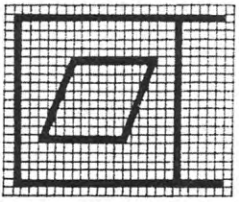
Výběr z ČSN EN ISO 7083
(01 3138)
Účinnost od 1. 1. 1997

Tato mezinárodní norma stanoví tvary a rozměry doporučené pro značky užívané k označování geometrických tolerancí na výkresech. Doporučuje se, aby tloušťka čar a typ písma pro značky byla stejná jako u písma pro kótování a jiné nápisy na výkrese.

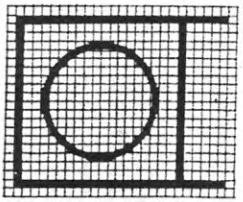
Příklady tvarů značek ve vztahu k užitému písmu tvaru B



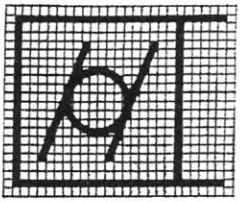
Přímost



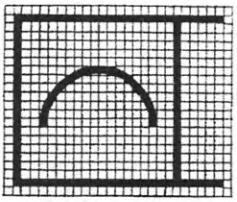
Rovinnost



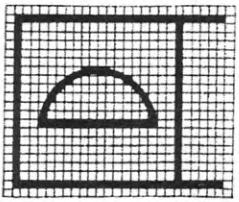
Kruhovitost



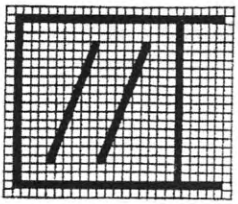
Válcovitost



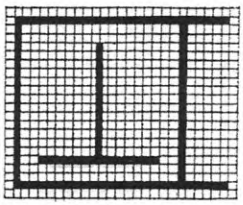
Tvar daného profilu



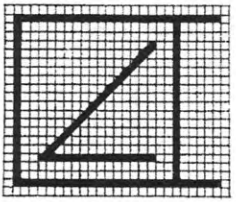
Tvar dané plochy



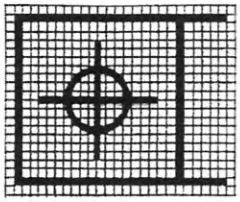
Rovnoběžnost



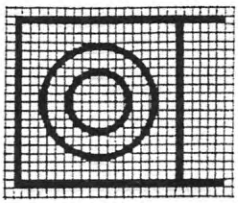
Kolmost



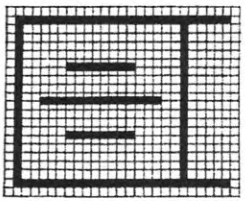
Sklon



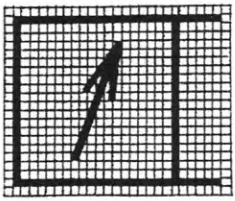
Umístění



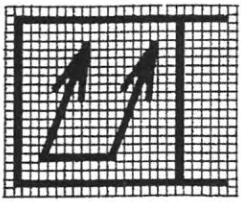
Soustřednost a souosost



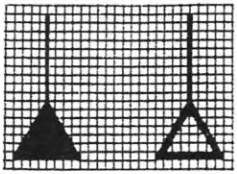
Souměrnost



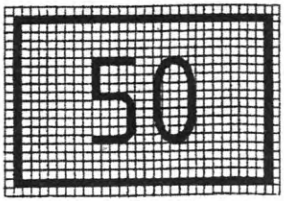
Kruhové házení



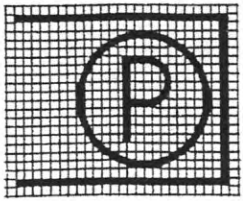
Celkové házení



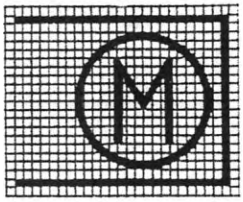
Označení základny (přímé)



Teoreticky přesný rozměr

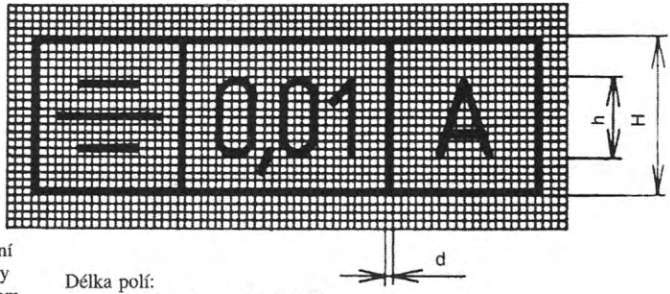


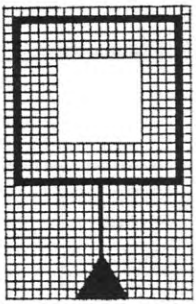
Posunuté toleranční pole



Podmínka maxima materiálu

Příklad zapisování údajů





Označení základny písmenem

Délka polí:
- první pole se rovná výšce H.
- druhé pole je závislé na délce údajů.
- třetí pole je závislé na šířce písmenného označení.

Mezera mezi svislými čarami polí, značkami nebo písmeny nesmí být menší než dvojnásobek tloušťky čáry, nejméně 0,7 mm.

Doporučené rozměry pro značky písma typu B — Rozměry v mm

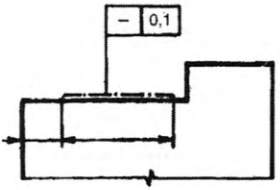
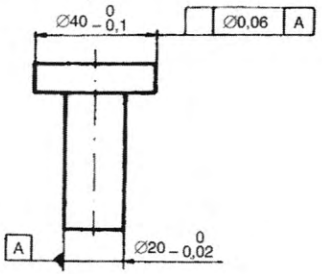
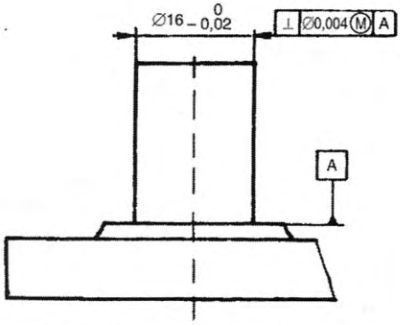
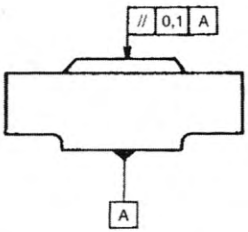
Charakteristika		Doporučené rozměry						
Výška rámečku	(*H*)*	5	7	10	14	20	28	40
Výška písma	(*h*)	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Průměr	(*D*)**	10	14	20	28	40	56	80
Tloušťka čáry	(*d*)	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2

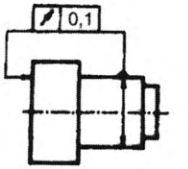
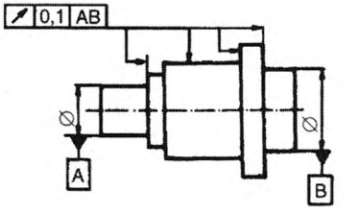
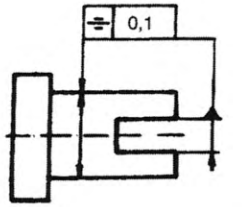
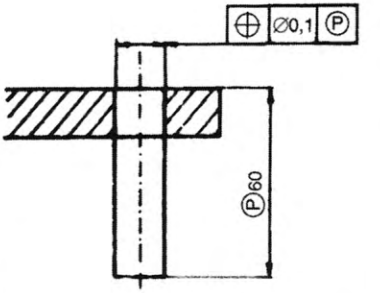
Tab. 1: **Předepisování tolerancí tvaru a polohy na výkrese**

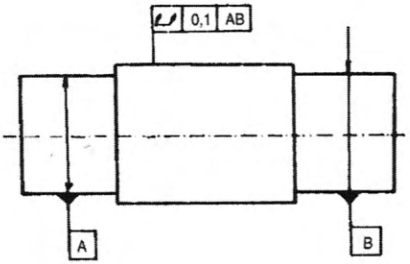
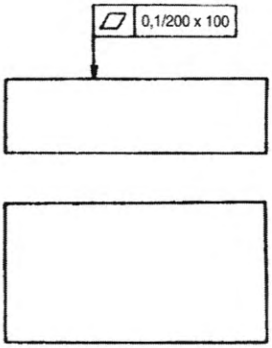
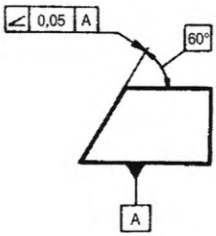
Skupina tolerancí	Druh tolerance	Značka
Tolerance tvaru	Tolerance přímosti	
	Tolerance rovinnosti	
	Tolerance kruhovitosti	
	Tolerance válcovitosti	
	Tolerance profilu podélného řezu	
Tolerance polohy	Tolerance rovnoběžnosti	
	Tolerance kolmosti	
	Tolerance sklonu	
	Tolerance souososti	
	Tolerance souměrnosti	
	Tolerance jmenovité polohy prvku (umístění)	
	Tolerance různoběžnosti os	
Souhrnné tolerance tvaru a polohy	Tolerance obvodového házení Tolerance čelního házení Tolerance házení v daném směru	
	Tolerance úplného obvodového házení Tolerance úplného čelního házení	
	Tolerance tvaru daného profilu	
	Tolerance tvaru dané plochy	

Ostatní souhrnné tolerance se označují kombinací příslušných značek tolerance tvaru a polohy.

Předepisování tolerancí tvaru a polohy na výkrese

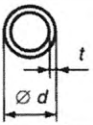
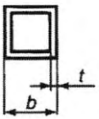
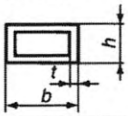
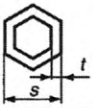
Druh tolerance	Vyobrazení
Tolerance přímosti Je-li tolerance určena jen pro určitý úsek, vyznačí se čerchovanou čarou a zakótuje se.	
Tolerance souososti	
Tolerance kolmosti Značka M se používá na výkresech a je zavedena pro závislost tolerancí polohy a tvaru.	
Tolerance rovnoběžnosti	

Druh tolerance	Vyobrazení
Tolerance házení v daném směru	 
Tolerance souměrnosti	
Posunuté toleranční pole polohy se označí značkou P za číselnou hodnotou.	

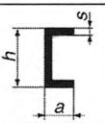
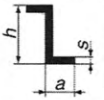
Druh tolerance	Vyobrazení
Tolerance úplného obvodového házení	
Tolerance rovinnosti	
Tolerance sklonu	

ZJEDNODUŠENÉ OZNAČOVÁNÍ TYČÍ A PROFILŮ

ČSN EN ISO 5261
(01 3142)
Účinnost od 1. 9. 2000

Název	Rozměr	Označení		
		Grafické	Písmenné	Povinné rozměry
Tyč kruhová			KR	d
Trubka kruhová			TR KR	$d \times t$
Tyč čtvercová			4HR	b
Trubka čtvercová			TR 4HR	$b \times t$
Tyč plochá			PLO	$b \times h$
Trubka obdélníková			TR OBD	$b \times h \times t$
Tyč šestihranná			6HR	s
Trubka šestihranná			TR 6HR	$s \times t$
Tyč trojúhelníková			3HR	b
Tyč úsečová			US	$b \times h$

Označování profilů

Název profilu	Označení		
	Grafické	Písmenné	Rozměry
Tyč L Profil L		L	$a \times s$
Tyč T Profil T		T	označení velikosti nebo jiné údaje
Tyč I Profil I		I	označení velikosti nebo jiné údaje
Tyč H Profil H		H	označení velikosti nebo jiné údaje
Tyč U Profil U		U	označení velikosti nebo $h \times a \times s$ 
Tyč Z Profil Z		Z	označení velikosti nebo $h \times a \times s$ 
Kolejnice			označení velikosti nebo jiné údaje
Tyč L s hlavičkou			označení velikosti nebo jiné údaje

Tabulka 1 slouží pro označování tyčí

PŘÍKLAD

Zjednodušené označení ploché tyče o rozměrech 50 mm × 10 mm a délce tyče 100 mm:

50 × 10 – 100

Tabulka 2 Označování profilů uvádí grafické označení, je-li to nutné, pro zjednodušení, nahrazeno zkráceným označením velkými písmeny:

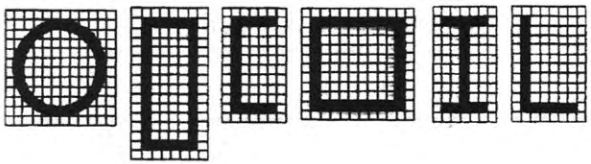
PŘÍKLAD

Zjednodušené označení profilu L s rozměry 80 mm × 60 mm × 7 mm a délky 500 mm:

80 × 60 × 7 – 500 nebo **L 80 × 60 × 7 – 500**

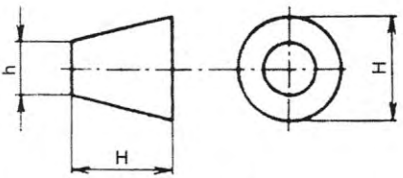
Označení je umístěno v blízkosti odpovídající tyče nebo profilu (viz obrázky 1 až 3). Obrázek 3 obsahuje tyče průřezu L, jejichž značky jsou umístěny tak, že odráží polohu profilu při montáži.

DOPORUČENÉ OBRAZOVÉ PROVEDENÍ ZNAČEK



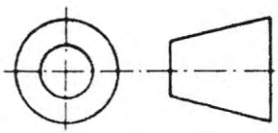
Normalizované označení promítání metody E – se uvádí na výkresech v popisovém poli nebo nad ním (např. na výkresech pro zahraničního zákazníka). Obr. 1

Označení metody A se musí uvést na výkresech, při použití této metody. Obr. 2



Obr. 1

a) Metoda E



Obr. 2

b) Metoda A

MEZNÍ ÚCHYLKY NETOLEROVANÝCH ROZMĚRŮ

Výběr z ČSN ISO 2768-1
(01 4240)
Účinnost od 1. 11. 1992

Mezní úchylky délkových rozměrů

Rozměry v mm

Třída přesnosti		Mezní úchylky pro základní rozsah rozměrů							
Označení	Název	0,5[1]) do 3	přes 3 do 6	přes 6 do 30	přes 30 do 120	přes 120 do 400	přes 400 do 1 000	přes 1 000 do 2 000	přes 2 000 do 4 000
f	jemná	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	—
m	střední	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	hrubá	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	velmi hrubá	—	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

[1]) U jmenovitého rozměru pod 0,5 mm se mezní úchylky předepíše za odpovídající jmenovitý rozměr

Mezní úchylka zkosení a zaoblení hran

Rozměry v mm

Třída přesnosti		Mezní úchylky pro základní rozsah rozměrů		
Označení	Název	0,5[1]) do 3	přes 3 do 6	přes 6
f m	jemná střední	±0,2	±0,5	±1
c v	hrubá velmi hrubá	±0,4	±1	±2

[1]) U jmenovitého rozměru pod 0,5 mm se mezní úchylky předepíše za odpovídající jmenovitý rozměr

Mezní úchylky úhlových rozměrů

Rozměry v mm

Třída přesnosti		Mezní úchylky pro základní rozsah rozměrů				
Označení	Název	do 10	přes 10 do 50	přes 50 do 120	přes 120 do 400	přes 400
f	jemná	±1°	±0°30′	±0°20′	±0°10′	±0°5′
m	střední					
c	hrubá	±1°30′	±1°	±0°30′	±0°15′	±0°10′
v	velmi hrubá	±3°	±2°	±1°	±0°30′	±0°20′

Předepisování na výkresech

Pokud se mají uplatnit všeobecné mezní úchylky rozměrů podle uvedené normy ISO 2768, musí být v popisovém poli nebo v jeho blízkosti uvedena informace:

a) ISO 2768
b) třída přesnosti podle této části ISO 2768

Není-li uvedeno jinak, nevyřazují se automaticky výrobky přesahující všeobecné mezní úchylky rozměrů za předpokladu, že jejich funkční schopnost není narušena.

Všeobecné mezní úchylky vyjádřené v úhlových jednotkách udávají pouze všeobecný směr přímek nebo přímkových prvků ploch, nikoliv úchylky jejich tvaru.

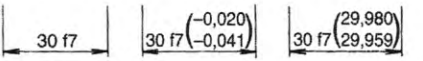
TOLEROVÁNÍ DÉLKOVÝCH A ÚHLOVÝCH ROZMĚRŮ

Výběr z ČSN ISO 129-1
(01 3130)
Účinnost od 1. 9. 2005

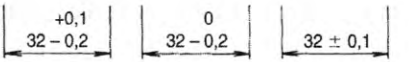
Zapisování mezních úchylek délkových kót.

Mezní úchylky délkových rozměrů se zapisují za výkresech přímo za jmenovitý rozměr:

a) tolerančními značkami ISO, např. ∅ 12 H7, ∅ 30f 7; je-li třeba k toleranční značce napsat i číselné mezní úchylky, nebo mezní rozměry, uvedou se tyto v oblých závorkách.



b) číselnými mezními úchylkami,

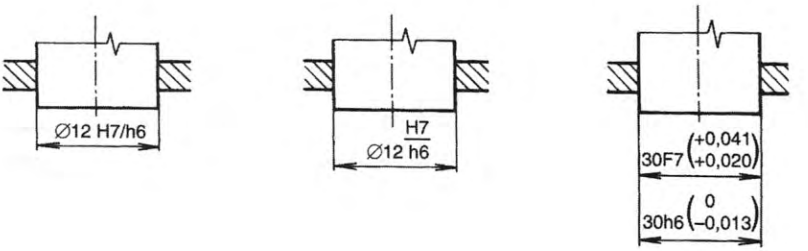


- jednotky úchylek musí být stejné jako jednotky jmenovitého rozměru,
- jsou-li u jmenovitého rozměru udány dvě mezní úchylky, musí být vyjádřeny stejným počtem desetinných míst,
- je-li jedna mezní úchylka nulová, zapíše se pouze číslicí nula,
- souměrné úchylky vzhledem k nulové čáře se zapíší pouze jednou hodnotou se znaménky ±.

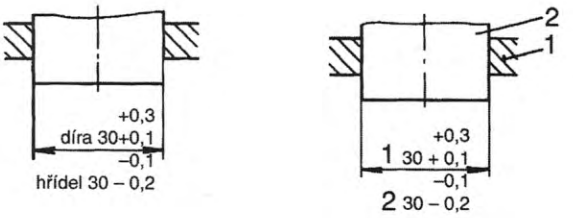
c) mezními rozměry – předepisují se hodnotami horního a dolního mezního rozměru. Má-li být rozměr omezen pouze v jednom směru, zapíše se k hodnotě rozměru „min" nebo „max".

Zapisování mezních úchylek na výkresech sestavení:

a) tolerančními značkami ISO – toleranční značka pro díru se umisťuje před nebo nad toleranční značku pro hřídel. Je-li třeba zapsat i číselné mezní úchylky, zapíší se tyto v oblých závorkách.
Poznámka: Je možné použít pouze jednu kótovací čáru.

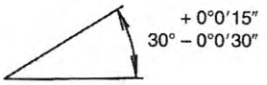


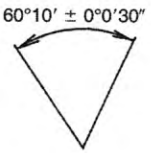
b) číselnými hodnotami – před rozměry každé ze součástí sestavení musí být uveden název nebo označení položky. Kóta díry je vždy nad kótou hřídele.

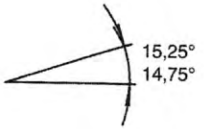


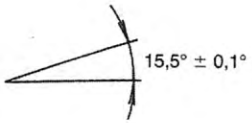
Zapisování mezních úchylek úhlových rozměrů:

Platí obdobná pravidla jako pro tolerování délkových rozměrů. Při tolerování úhlů musí však být vždy uvedeny jednotky základního úhlu i mezních úchylek. Pokud je úhlová úchylka vyjádřena v minutách nebo vteřinách, musí být před těmito hodnotami uvedeno 0° nebo 0°0′.









NEPŘEDEPSANÉ GEOMETRICKÉ TOLERANCE

Výběr z ČSN ISO 2768-2
(01 4406)
Účinnost od 1. 10. 1994

Tab. 1. Všeobecné tolerance přímosti a rovinnosti

Rozměry v mm

Třída přesnosti	Tolerance přímosti a rovinnosti pro rozsah jmenovitých délek					
	do 10	přes 10 do 30	přes 30 do 100	přes 100 do 300	přes 300 do 1 000	přes 1 000 do 3 000
H	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4
K	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8
L	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6

Válcovitost

Všeobecné tolerance válcovitosti nejsou stanoveny.

Kruhovitost

Všeobecná tolerance kruhovitosti je rovna číselné hodnotě tolerance průměrů, ale nikdy nesmí být větší, než příslušná hodnota tolerance kruhového obvodového házení podle tab. 4.

Rovnoběžnost

Všeobecná tolerance rovnoběžnosti je rovna číselné hodnotě tolerance rozměru nebo tolerance přímosti (rovinnosti) podle toho, která z nich je větší. Delší z obou prvků se považuje za základnu.

Kolmost

Všeobecné tolerance kolmosti jsou v tab. 2. Za základnu se považuje delší z obou stran, tvořících pravý úhel.

Tab. 2. Všeobecné tolerance kolmosti

Rozměry v mm

Třída přesnosti	Tolerance kolmosti pro rozsah jmenovitých délek kratší strany			
	do 100	přes 100 do 300	přes 300 do 1 000	přes 1 000 do 3 000
H	0,2	0,3	0,4	0,5
K	0,4	0,6	0,8	1
L	0,6	1	1,5	2

Souměrnost

Všeobecné tolerance souměrnosti jsou v tabulce 3. Delší z obou souměrných prvků se považuje za základnu.

Tab. 3. Všeobecné tolerance souměrnosti Rozměry v mm

Třída přesnosti	Tolerance souměrnosti pro rozsah jmenovitých délek			
	do 100	přes 100 do 300	přes 300 do 1 000	přes 1 000 do 3 000
H	0,5			
K	0,6		0,8	1
L	0,6	1	1,5	2

Souosost

Všeobecné tolerance souososti nejsou stanoveny. Úchylka souososti může být maximálně rovna hodnotě kruhového obvodového házení (viz tabulka 4).

Kruhové házení

Pro všeobecné tolerance kruhového házení se považují za základnu plochy ložiska, pokud jsou označeny. Za základnu se považuje delší z obou prvků; mají-li prvky stejnou jmenovitou délku, může být za základnu považován kterýkoliv z nich. Všeobecné tolerance kruhového házení (obvodového, čelního a v libovolném směru) jsou v tabulce 4.

Tab. 4. Všeobecné tolerance kruhového házení Rozměry v mm

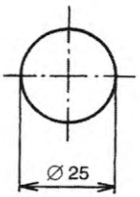
Třída přesnosti	Tolerance kruhového házení
H	0,1
K	0,2
L	0,5

Předepisování na výkresech

Při uplatnění všeobecných tolerancí musí být v popisovém poli nebo v jeho blízkosti uvedeno:

a) „ISO 2768“,
b) třída přesnosti ve shodě s ISO 2768-1 (01 4240),
c) třída přesnosti ve shodě s touto částí ISO 2768.

Příklad.

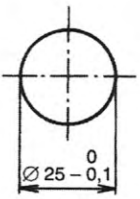


(ISO 2768-mK)

ISO 2768-mK
- třída přesnosti geometrických tolerancí (ISO 2768-2)
- třída přesnosti tolerancí délkových a úhlových rozměrů (ISO 2768-1)

V tomto případě se všeobecné tolerance úhlových rozměrů, ve shodě s ISO 2768-1, neuplatní u pravých úhlů 90°, protože je stanovena všeobecná tolerance kolmosti.

ISO 2768-K



ISO 2768-K

Jestliže se nepožaduje uplatnění všeobecných tolerancí rozměrů (třída přesnosti m), vynechá se příslušné písmeno.

ISO 2768-mK-E

Jestliže se na všechny jednotlivé prvky (za prvek je považována válcová plocha nebo dvě rovnoběžné rovinné plochy) vztahuje také požadavek obalové plochy, musí se doplnit všeobecný předpis označením „E". Požadavek obalové plochy nelze uplatnit na prvky s individuálně předepsanými tolerancemi přímosti, např. u profilového materiálu.

GEOMETRICKÉ TOLEROVÁNÍ

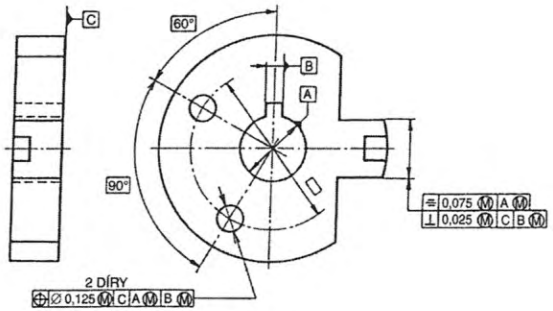
Výběr z ČSN ISO 5459 (01 4402)
Účinnost od 1. 5. 2012

Základny a soustavy základen pro geometrické tolerance

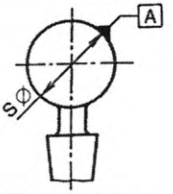
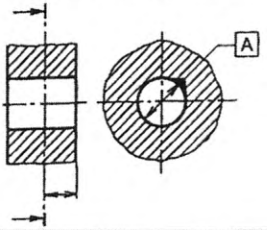
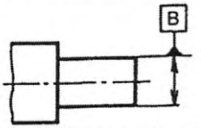
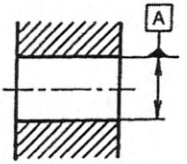
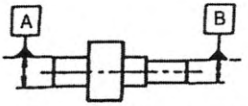
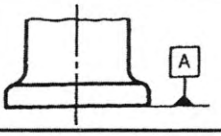
K označení základen pro odkazy se používá písmen velké abecedy vepsaného rámečku, spojeného se základním trojúhelníkem.

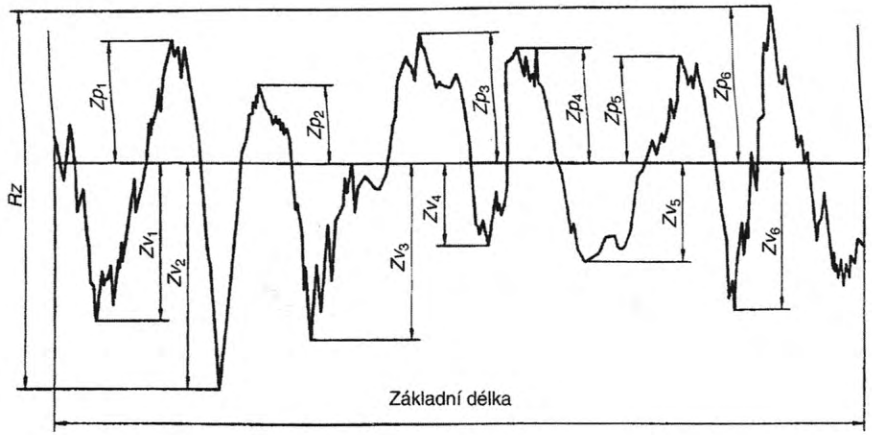
Název	Zobrazení
Základna tvořená jedním prvkem	⊥ | Ø0,1 | A
Společná základna tvořená dvěma prvky	◎ | Ø0,01 | A – B

Příklad značení

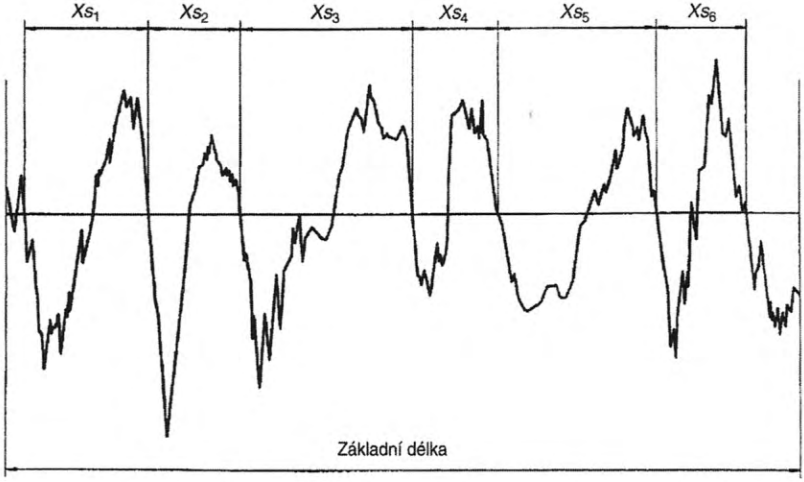


Označování základen na výkresech

Název	Zobrazení
Střed koule	
Střed kružnice	
Osa hřídele	
Osa díry	
Osa hřídele nebo společná rovina souměrnosti	
Plocha na součásti	



Nejvyšší výška profilu (příklad profilu drsnosti)

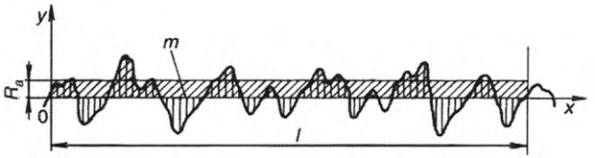


Šířka prvků profilu

GEOMETRICKÉ POŽADAVKY NA VÝROBKY (GPS)

Výběr z ČSN EN ISO 4287 (01 4450)
Účinnost od 1. 4. 1999

Struktura povrchu. Profilová metoda



Parametry profilu povrchu

Název	Značka	Význam základních indexů
Největší výška výstupku profilu	Zp	Nejvyšší výstupek v rozsahu základní délky (Pp, Rp, Wp)
Největší hloubka prohlubně profilu	Zv	Nejnižší prohlubeň v rozsahu základní délky (Pv, Rv, Wv)
Největší výška profilu	$Zp + Zv$	Součet v rozsahu základní délky (Pz, Rz, Wz)
Průměrná výška prvku profilu	Zt	$Rc\,(Pc, Wc) = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} Zt_i$ m = počet prvků profilu
Celková výška profilu	$Zp + Zv$	(Pt, Rt, Wt)
Průměrná aritmetická úchylka profilu		$Ra\,(Pa, Wa) = \frac{1}{l}\int_0^l \lvert Z(x)\rvert\,\mathrm{d}x$
Průměrná kvadratická úchylka profilu		$Rq\,(Pq, Wq) = \sqrt{\frac{1}{l}\int_0^l \lvert Z^2(x)\rvert\,\mathrm{d}x}$
Průměrná šířka prvku profilu		Aritmetický průměr šířek Xs $PSm, RSm, WSm = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} Xs_i$
Základní délka	lp, lr, lw	Délka ve směru osy X, použitá pro rozpoznání nerovností charakterizujících vyhodnocovaný profil

P – je parametr vypočítaný ze základního profilu
R – je parametr vypočítaný z profilu drsnosti
W – je parametr vypočítaný z profilu vlnoitosti

Parametry PSm, RSm a WSm vyžadují výškové a délkové omezení. Není-li určeno jinak, omezení výšek je 10 % Pz, Rz nebo Wz a omezení roztečí je 1 % základní délky. Obě podmínky musí být splněny.

GEOMETRICKÉ POŽADAVKY NA VÝROBKY (GPS)

ČSN EN ISO 1302
(01 4457)
Účinnost od 1. 1. 2003

Označování struktury povrchu v technické dokumentaci výrobků

Termíny a definice

Pro účely této mezinárodní normy platí definice podle ISO 3274, ISO 4287, ISO 4288, ISO 10209-1, ISO 11562, ISO 12085, ISO 13565-2, ISO 14660-1 a dále uvedené definice.

Základní grafická značka *(basic graphical symbol)*:

(struktura povrchu) grafická značka udávající, že existuje požadavek na strukturu povrchu. Viz obrázek 1.

Rozšířená grafická značka *(expanded graphical symbol)*:

(struktura povrchu) rozšířená základní grafická značka pro strukturu povrchu, udávající, zda pro dosažení předepsané struktury povrchu je nebo není požadováno odebírání materiálu. Viz obrázek 2 a 3.

Úplná grafická značka *(complete graphical symbol)*:

(struktura povrchu) základní nebo rozšířená grafická značka doplněná o požadavky na strukturu povrchu. Viz obrázek 4.

Parametr (struktury) povrchu *(surface (texture) parameter)*:

parametr, vyjadřující mikrogeometrické vlastnosti povrchu.

Značka parametru (povrchu) *((surface parameter symbol)*:

značka, udávající typ parametru struktury povrchu.

Poznámka: Značka parametru je složena z písmen a číselných hodnot (např. *Ra, Ramax, Wz, Wz1max, AR, Rpk, Rpq*).

Grafické značky struktury povrchu

Všeobecně

Požadavky na strukturu povrchu se v technické dokumentaci výrobků označují několika variantami grafických značek, které mají specifický význam. Grafické značky se doplňují požadavky na strukturu povrchu ve formě číselných hodnot, grafických značek a textu. Grafické značky použité samostatně v technických výkresech mohou mít v některých případech zvláštní význam.

Základní grafická značka

Základní značka je tvořena dvěma úsečkami nestejné délky ve sklonu 60° k čáře, představující uvažovaný povrch jako na obrázku 1. Základní značka na obrázku 1 (bez doplňujících informací) se nemá používat samostatně.

Jestliže se použije základní grafická značka s doplňkovými informacemi/údaji, není pro dosažení předepsaného povrchu rozhodující zda je odebírání materiálu požadováno nebo se nedovoluje.

Obr. 1. Základní grafická značka pro strukturu povrchu

Rozšířené grafické značky

Odebírání materiálu se požaduje

Jestliže se požaduje odebírání materiálu — například obráběním — pro dosažení předepsaného povrchu, základní značka se doplní úsečkou, jako na obrázku 2.

Rozšířená grafická značka podle obrázku 2 se nemá používat bez doplňkových informací.

Obr. 2. Rozšířená grafická značka vyjadřující požadavek odebírání materiálu

Odebírání materiálu se nedovoluje

Jestliže se odebírání materiálu nedovoluje pro dosažení předepsaného povrchu, vepíše se do základní značky kružnice podle obrázku 3.

Obr. 3. Rozšířená grafická značka vyjadřující zákaz odebírání materiálu

Úplná grafická značka

Jestliže se mají předepsat doplňkové požadavky k charakteristikám struktury povrchu, připojí se k delšímu rameni libovolné značky z obrázků 1 až 3, úsečka jako na obrázku 4.

a) dovoluje se libovolný výrobní proces

b) odebírání materiálu se požaduje

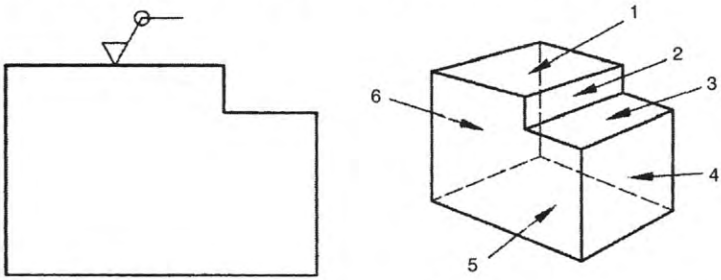
c) odebírání materiálu se nedovoluje

Obr. 4. Úplná grafická značka

Značka pro povrch „po obrysu součásti"

Jestliže se požaduje stejná struktura povrchu na všech površích po obrysu součásti (integrální prvky), doplní se do úplné grafické značky z obrázku 4 kružnice, jako podle obrázku 5).

Může-li vzniknout z tohoto označení nedorozumění, označí se jednotlivé povrchy nezávisle.



Obr. 5. Požadavek na strukturu povrchu pro všech šest povrchů po obrysu součásti

Poznámka: Nakreslená obrysová čára zobrazuje šest povrchů součásti v systému zobrazování 3D (přední a zadní povrchy nejsou zahrnuty).

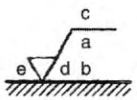
Skladba úplné grafické značky struktury povrchu

Všeobecně

Aby se zajistila jednoznačnost požadavku na strukturu povrchu, může být nutné, navíc k předpisu parametru struktury povrchu a jeho číselné hodnoty, specifikovat doplňkové požadavky (např. přenosové pásmo, nebo základní délku, výrobní proces, směr nerovností a možné přídavky na obrábění). To může být nutné k zajištění požadavků pro několik různých parametrů struktury povrchu v případě, že požadavky na povrch jednoznačně zajišťují funkční vlastnosti povrchu.

Poloha doplňkových požadavků na strukturu povrchu

Závazné polohy různých požadavků na strukturu povrchu v úplné grafické značce jsou na obrázku 6.



Obr. 6. Polohy (a až e) pro umístění doplňkových požadavků

Doplňkové požadavky na strukturu povrchu ve tvaru

- parametrů struktury povrchu,
- číselných hodnot a
- přenosového pásma/základní délky

se umístí v určených polohách v úplné grafické značce podle dále uvedeného.

a) **Poloha a – Jediný požadavek na strukturu povrchu**

Předepíše se parametr struktury povrchu, mezní číselná hodnota a přenosové pásmo/základní délka. K zamezení špatné interpretace se vloží dvojitá mezera mezi označení parametru a mezní hodnotu.

Za označení přenosového pásma nebo základní délky se zapíše šikmá zlomková čára (/), následovaná parametrem struktury povrchu a číselnou hodnotou na tomtéž řádku.

PŘÍKLAD 1 0,0025-0,8/Rz 6,8 (příklad s předpisem přenosového pásma)

PŘÍKLAD 2 -0,8/Rz 6,8 (příklad s předpisem jen základní délky)

Zvláště pro metodu motif se musí předepsat přenosové pásmo, následované šikmým lomítkem (/), následované hodnotou vyhodnocované délky, následované dalším šikmým lomítkem, následované označením parametru struktury povrchu, následované jeho číselnou hodnotou.

PŘÍKLAD 3 0,008-0,5/16/R 10

Poznámka: Všeobecně je přenosové pásmo vlnová délka pásma mezi dvěma předepsanými filtry (viz ISO 3274 a ISO 11562) a pro metodu motif vlnová délka pásma mezi dvěmi stanovenými mezemi (viz ISO 12085).

b) **Poloha a a b – Dva nebo více požadavků na strukturu povrchu**

Předepíše se první požadavek na strukturu povrchu v poloze „a" jako za a). Předepíše se druhý požadavek na strukturu povrchu v poloze „b". Je-li požadován třetí nebo více předpisů, grafická značka se vertikálně zvětší k vytvoření většího místa pro větší počet řádků. Jestliže se značka zvětší, polohy „a" a „b" se posunou vzhůru.

c) **Poloha c – Výrobní proces**

Předepíše se výrobní proces, tepelné zpracování, povlaky nebo jiné požadavky na výrobní proces apod., potřebné ke zhotovení např. soustruženého, broušeného nebo pokoveného povrchu.

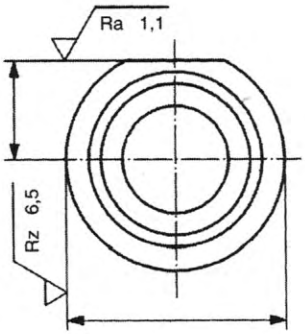
d) **Poloha d – Nerovnosti a jejich orientace**

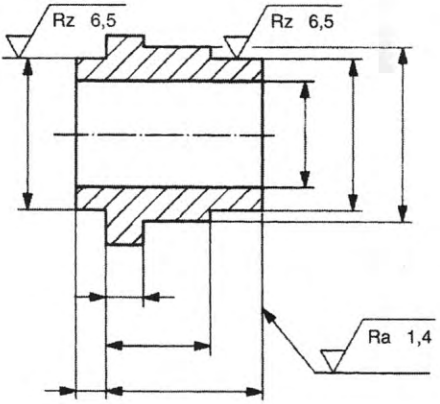
Předepíše se značka požadovaných nerovností a jejich orientace, pokud jsou, např. „=", „X", „M".

e) **Poloha e – Přídavek na obrábění**

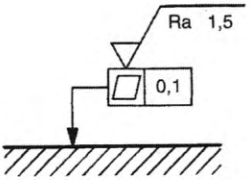
Předepíše se požadovaný přídavek na obrábění, pokud je aktuální, jako číselnou hodnotu v milimetrech.

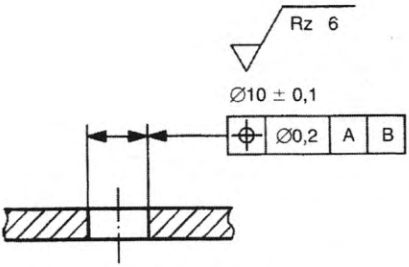
Příklady označování. (Jde o nové grafické značky.)



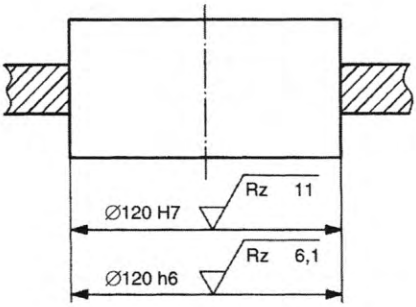


Požadavky na strukturu povrchu — Prodloužené a pomocné čáry válcových prvků

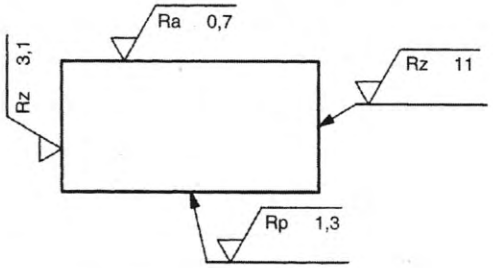




Požadavek na strukturu povrchu — Přepis geometrických tolerancí



Požadavek na strukturu povrchu — Kótované prvky

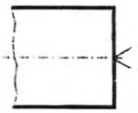
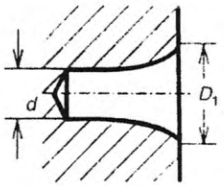
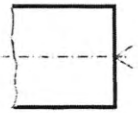
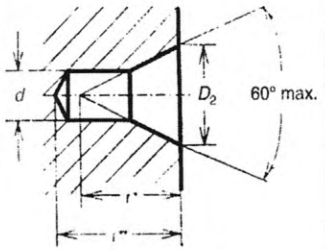
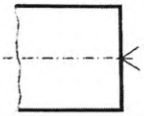
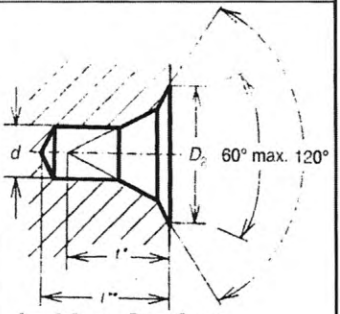


Směr čtení požadavků na strukturu povrchu

STŘEDICÍ DŮLKY

Výběr z ČSN EN ISO 6411
(01 3240)
Účinnost od 1. 3. 1999

Způsob předepisování typů středicích důlků

Typ středicího důlku	Označení (příklad)	Výklad označení
R s rádiusem (navrtávák podle ISO 2541)		 d = 3,15 mm, D_1 = 6,7 mm
A bez ochranného zahloubení (navrtávák podle ISO 866)		 d = 4 mm, D_2 = 8,5 mm
B s ochranným zahloubením (navrtávák podle ISO 2540)		 d = 2,5 mm, D_2 = 8 mm

Poznámky: * Rozměr t viz následující tabulka
** Rozměr l závisí na délce navrtáváku a nesmí být menší než t

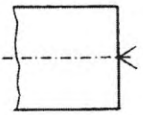
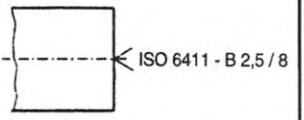
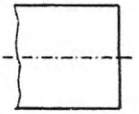
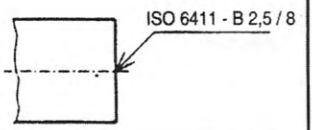
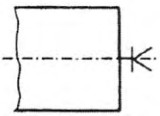
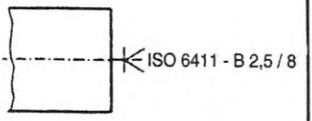
Rozměry středicích důlků typu R, A a B

Rozměry v mm

Jmenovitý průměr d	Typ středicího důlku				
	R podle ISO 2541	**A** podle ISO 866		**B** podle ISO 2540	
	D_1	D_2	t	D_3	t
(0,5)		1,06	0,5		
(0,63)		1,32	0,6		
(0,8)		1,70	0,7		
1,0	2,12	2,12	0,9	3,15	0,9
(1,25)	2,65	2,65	1,1	4	1,1
1,6	3,35	3,35	1,4	5	1,4
2,0	4,25	4,25	1,8	6,3	1,8
2,5	5,3	5,30	2,2	8	2,2
3,15	6,7	6,70	2,8	10	2,8
4,0	8,5	8,50	3,5	12,5	3,5
(5,0)	10,6	10,60	4,4	16	4,4
6,3	13,2	13,20	5,5	18	5,5
(8,0)	17,0	17,00	7,0	22,4	7,0
10,0	21,2	21,20	8,7	28	8,7

Poznámka: Rozměry uvedené v oblých závorkách se nedoporučují.

Zobrazování a označování středicích důlků na výkresech

Požadavek	Zobrazení	Označení
Středicí důlek musí zůstat na součásti po jejím dohotovení[1])		
Středicí důlek může a nemusí zůstat na hotové součásti[2])		
Středicí důlek nesmí zůstat na součásti po jejím dohotovení[3])		

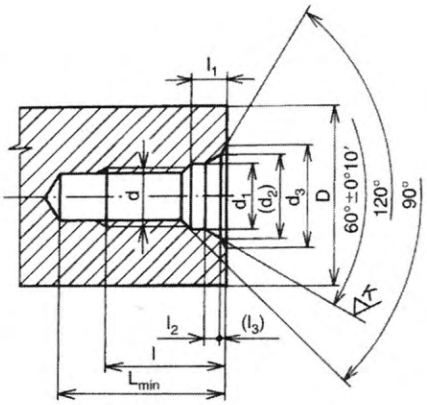
Poznámky: a) označení podle [1]) a [3]) předepisuje konstruktér na výkresu součásti,
b) v označení podle [3]) se norma, typ a rozměry středicího důlku nepřipisují,
c) označení podle [2]) nepředepisuje konstruktér na výkresu součásti, ale pouze technolog ve výrobním postupu.

Označení středicího důlku typu B o průměru $d = 2{,}5$ mm s průměrem $D_3 = 8$ mm na výkresu:

ISO 6411 – B 2,5 / 8

STŘEDICÍ DŮLKY SE ZÁVITEM A S VRCHOLOVÝM ÚHLEM 60°

Výběr z ČSN 01 4917
Účinnost od 1. 1. 1993



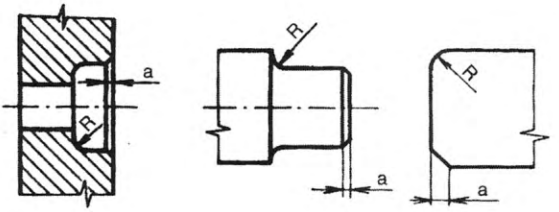
Rozměry v mm

				Provedení A							Provedení B						
d	d_1	l	L_{min}	d_2	d_3	l_1	l_2	l_3	D		d_2	d_3	l_1	l_2	l_3	D	
									přes	do						přes	do
M4	4,3	10	14	5,8	7,2	3,2	1,5	0,4	10,0	12,5	4,5	6,3	2,0	0,2	0,5	10,0	12,5
M5	5,3	12	16	7,0	8,7	3,5	1,5	0,5	12,5	16,0	5,5	7,3	3,0	0,2	0,5	12,5	16,0
M6	6,3	16	22	8,6	10,3	4,5	2,0	0,5	16,0	20,0	6,5	8,3	4,0	0,2	0,5	16,0	20,0
M8	8,4	20	28	10,9	14,3	5,5	2,2	1,0	20,0	25,0	8,6	10,4	5,0	0,2	0,6	20,0	25,0
M10	10,5	24	33	13,9	17,3	7,0	3,0	1,0	25,0	32	10,7	13,1	5,0	0,2	0,7	25,0	32,0
M12	13,0	28	39	17,0	20,4	8,0	3,5	1,0	32,0	40	13,3	16,0	5,5	0,3	0,8	32,0	40,0
M16	17,0	32	43	21,6	28,5	10,0	4,0	2,0	40,0	50	17,5	21,5	8,2	0,4	1,2	40,0	50,0
M20	21,0	40	52	26,7	33,6	12,0	5,0	2,0	50,0	80	21,6	26,0	10,0	0,5	1,3	50,0	63,0
M24	25,0	50	65	34,0	40,9	14,0	7,0	2,0	80,0	125	26,6	32,0	11,5	0,5	1,6	63,0	80,0
M30	32,0	65	82	41,2	48,0	17,0	8,0	2,0	125,0	200	32,7	43,7	14,0	0,6	3,2	80,0	125,0
M36	38,0	80	100	47,8	60,0	20,0	8,5	3,5	200,0	320	38,8	52,0	16,0	0,7	3,8	125,0	160,0
M42	44,0	90	113	54,4	70,0	23,0	9,0	4,5	320,0	450	45,0	59,9	18,0	0,9	4,3	160,0	200,0
M48	50,0	100	126	61,0	80,0	25,0	9,5	5,5	400,0	500	51,4	68,0	20,0	1,2	4,8	200,0	250,0

Rozměr D je doporučený.
Hodnota K drsnosti kužele je 1,6 u provedení A a 0,8 u provedení B.

ZAOBLENÍ A ZKOSENÍ HRAN

Výběr z ČSN 01 0211
Účinnost od 1. 7. 1986



Číselné hodnoty zaoblení R a zkosení hran a Rozměry v mm

Řada		Řada		Řada		Řada	
1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
0,10	0,10	1,0	1,0	10	10	100	100
–	0,12	–	1,2*)	–	12	–	125
0,16	0,16	1,6	1,6	16	16	160	160
–	0,20	–	2,0	–	20	–	200
0,25	0,25	2,5	2,5	25	25	250	250
–	0,30	–	3,0	–	32	–	–
0,40	0,40	4,0	4,0	40	40	–	–
–	0,50	–	5,0	–	50	–	–
0,60	0,60	6,0	6,0	63	63	–	–
–	0,80*)	–	8,0	–	80	–	–

*) Hodnoty lze přednostně použít pro poloměry zaoblení špiček vyměnitelných břitových destiček řezných nástrojů. Při volbě číselných hodnot je 1. řada přednostní před 2. řadou.

Na poloměry zaoblení a zkosení hran se vztahují mezní úchylky podle ČSN ISO 2768-1. Pro hodnoty menší než 0,3 mm se mezní úchylky nestanoví.

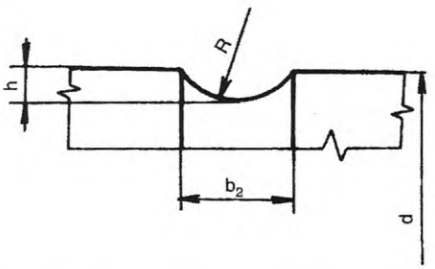
Není-li na výkrese předepsáno zaoblení nebo zkosení hrany a není-li předepsáno, že hrana má být ostrá, zhotoví se hrana bez otřepu, popř. zkosí maximálně 0,4 × 45° nebo se zaoblí poloměrem maximálně 0,4 mm. Zkosení hran je obvykle pod úhlem 45° nebo 30°.

Drsnost povrchu obrobených zaoblených ploch nebo zkosených hran nemá být obvykle větší než $R_a = 6{,}3$ μm.

ZÁPICHY

Výběr z ČSN 01 4960
Účinnost od 1. 4. 1976

Tvar D



Označení zápichu tvaru D o šířce $b_2 = 2{,}2$ mm a hloubce $h = 0{,}3$ mm:

D 2,2 × 0,3

Zápich tvaru D — Rozměry v mm

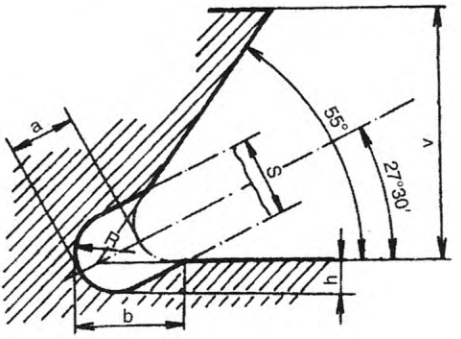
Průměr hřídele (díry)[1] d	Rozměry zápichu		
	šířka b_2	hloubka[2] h	poloměr R
do 10	0,8	0,1	1,0
10 až 30	1,4	0,2	1,6
30 až 80	2,2	0,3	2,5
přes 80	3,4	0,4	4,0

[1]) Při rozdílných průměrech na jednom výrobku se v odůvodněných případech dovoluje sjednocení zápichů tak, aby je bylo možno vyrobit stejným nožem.

[2]) Mezní úchylka hloubky h je +0,1 mm a předepisuje se jen v technicky odůvodněných případech.

Použití: Sousední válcové plochy téhož jmenovitého průměru, avšak s různými mezními úchylkami nebo odlišnou drsností povrchů u hřídelů i u děr. Vhodný pro málo odlišné průměry.

Tvar E



Zápich tvaru E

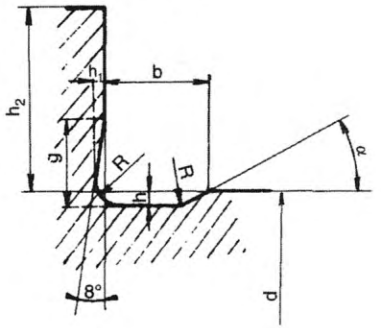
Rozměry v mm

Výška přímočarého vedení[1] v	Šířka nože s	Velikost posunutí a	Rozměry zápichů			Zkosení (zaoblení) související součásti[2]
			hloubka h	šířka b	poloměr R	
6 až 16	1,6	1,0	0,5	2,0	0,8	0,4
16 až 32	2,5	1,6	0,8	3,0	1,25	0,8
32 až 50	4,0	2,5	1,2	4,8	2,0	1,2
přes 50	6,0	3,8	1,6	7,0	3,0	2,0

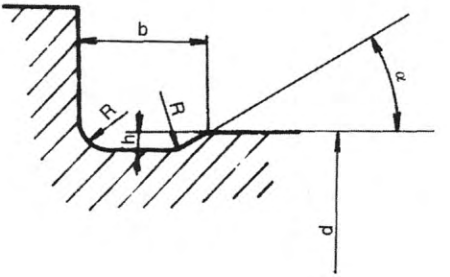
[1]) Přiřazené rozsahy výšek v je možno v odůvodněných případech o stupeň posunout.
[2]) Hodnoty zkosení nebo zaoblení jsou jen informativní a byly stanoveny ve vhodném poměru k velikosti zápichu.

Použití: Přímočará vedení se sklonem 55°.

Tvar F



Tvar G



Zápichy tvaru F a G

Rozměry v mm

Průměr hřídele (díry)[1] d		Rozměry zápichů					Výška osazení min. h_2	Zkosení (zaoblení) související součásti
		šířka		hloubka[2]		poloměr R		
běžné požadavky	střídavé napětí	b	g	h^2)	h_1			
do 1,6	–	0,5	0,8	0,1	0,1	0,1	1,6	0,1
1,6 až 3	–	1,0	0,9	0,1	0,1	0,2	2,0	0,1
3 až 18	–	2,0	1,1	0,2	0,1	0,4	3,0	0,3
18 až 80	–	2,5	2,3	0,3	0,2	0,8	4,0	0,6
přes 80	–	4,0	3,4	0,4	0,3	1,2	6,0	1,0
–	18 až 50	2,5	2,0	0,2	0,1	1,2	4,0	1,0
–	50 až 80	4,0	3,1	0,3	0,2	1,6	6,0	1,2
–	80 až 125	5,0	4,8	0,4	0,3	2,5	10,0	2,5
–	přes 125	7,0	6,4	0,5	0,3	4,0	16,0	4,0

Poznámky [1]) a [2]) platí i pro zápichy D a E.

Při označování zápichů není nutno uvádět ČSN 01 4960

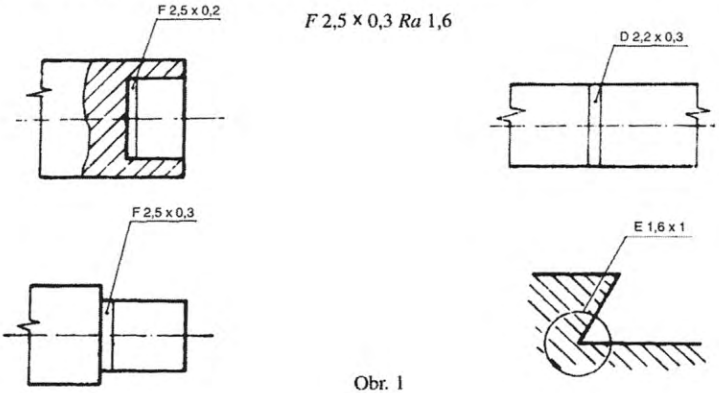
Použití: zápich F — válcové a čelní plochy osazených hřídelů nebo děr, popř. přímočará vedení s kolmými stěnami; zápich G — válcové plochy osazených hřídelů nebo děr.

Zápichy F a G jsou určeny k automatickému programování a lze je vyrobit na číslicově řízených strojích, úhel $\alpha = 15°$ až $30°$.

Předepisování na výkresech

Na výkresech se zápichy znázorňují zjednodušeně tenkými plnými čárami s příslušným označením velikosti (*obr. 1*). Drsnost povrchu zápichu se na výkresech neuvádí. Požaduje-li se však jiná, píše se za velikostí zápichu, např. pro zápich tvaru F, šířky $b = 2{,}5$ mm a hloubky $h = 0{,}3$ mm, s drsností $Ra = 1{,}6$ se označí:

F 2,5 × 0,3 Ra 1,6



Obr. 1

PRUŽINY

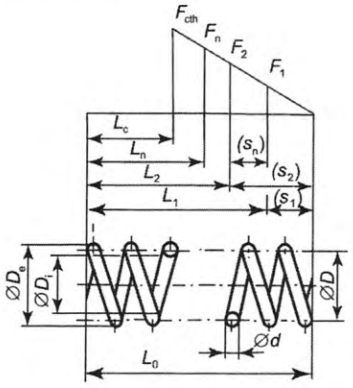
ČSN EN ISO 2162-1-2
ČSN EN ISO 26 909
(01 3210)
Účinnost od 1. 7. 1998,
1. 12. 2015, 1. 9. 2010

Výrobní výkresy pružin

Výkres obsahuje zobrazení pružiny s nutnými rozměry a mezními úchylkami, a je-li to nezbytné i diagram zkoušky síly a ostatní technické požadavky.

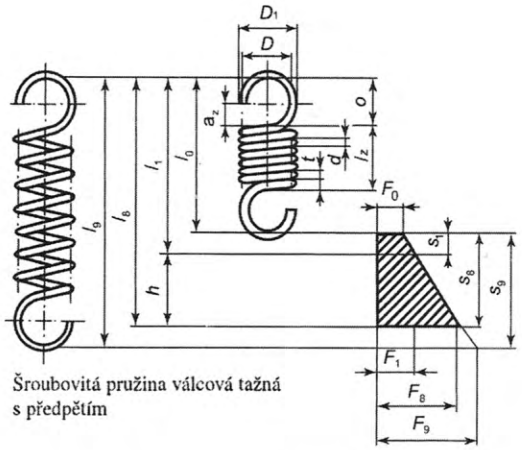
Veličiny nutné pro výrobu a kontrolu pružiny, které nejsou v zobrazení a v diagramu, se uvedou v tabulce údajů.

Každý list dokumentace musí obsahovat popisové pole (minimálně identifikační údaje).



Tlačná pružina

20		
7	Údaj	Hodnota
7	Počet činných závitů	
	Celkový počet závitů	
	Smysl vinutí	
	Tvrdost	
	Úprava povrchu	
	Průměr — kontrolního trnu	
	Průměr — kontrolního pouzdra	
		20
	90	



Šroubovitá pružina válcová tažná
s předpětím

Údaj	Hodnota
Počet činných závitů	
Smysl vinutí	
Tvrdost	
Úprava povrchu	
	20
90	

OZUBENÁ KOLA. MODULY

Výběr z ČSN 01 4608
Účinnost od 1. 1. 1980

Pro čelní ozubená kola jsou stanoveny normálné moduly, pro kuželová kola vnější čelní moduly.

Rozměry v mm

Řada 1	Řada 2	Řada 1	Řada 2	Řada 1	Řada 2	Řada 1	Řada 2
0,05		0,5		5		50	
	0,055		0,55		5,5		55,0
0,06		0,6		6		60	
	0,07		0,7		7,0		70,0
0,08		0,8		8		80	
	0,09		0,9		9,0		90,0
0,1		1,0		10		100	
	0,11		1,125		11,0		
0,12		1,25		12			
	0,14		1,375		14,0		
0,15		1,5		16			
	0,18		1,75		18,0		
0,2		2,0		20			
	0,22		2,25		22,0		
0,25		2,5		25			
	0,28		2,75		28,0		
0,3		3,0		32			
	0,35		3,5		36,0		
0,4		4,0		40			
	0,45		4,5		45,0		

Moduly řady 1 jsou přednostní.

Pro čelní ozubená kola se dovoluje:

v traktorovém průmyslu použít 3,75; 4,25 a 6,5 mm,
v automobilovém průmyslu použít odlišné moduly než stanoví tato norma.

Pro kuželová ozubená kola se dovoluje definovat modul ve středu šířky zubu.

POPISOVÉ POLE

Výběr z ČSN EN ISO 7200 (01 3113)
Účinnost od 1. 10. 2004

Tato mezinárodní norma vychází ze základních pravidel pro zacházení s digitalizovanou dokumentací. Počet datových polí je omezen na minimum; do popisového pole mohou však být umístěna další datová pole s potřebnými údaji; jedná se například o informaci o použitém měřítku zobrazení, o značku metody promítání, o údaj o všeobecných tolerancích, o údaj o požadavku na strukturu povrchu.

Tabulka 1 Identifikační údaje v popisovém poli

Název datového pole	Závislost na jazyce	Doporučený počet znaků	Závaznost
Držitel práv	–	nespecifikováno	M
Číslo dokumentu	ne	16	M
Změna	ne	2	O
Datum	ne	10	M
Segment/list	ne	4	M
Segmentů/listů	ne	4	O
Jazyk	ne	4 pro každý jazyk	O
M povinný údaj (mandatory) O doporučený údaj (optional)			

Tabulka 2 Popisné údaje v popisovém poli

Název datového pole	Závislost na jazyce	Doporučený počet znaků	Závaznost
Název	ano	25 / 30 *	M
Doplňující název	ano	2 x 25 / 30 *	O
M povinný údaj (mandatory), O doporučený údaj (optional) * 30 znaků je stanoveno pro dvoubytové znaky jazyků, např. japonské nebo čínské			

Tabulka 3 Administrativní údaje v popisovém poli

Název datového pole	Závislost na jazyce	Doporučený počet znaků	Závaznost
Oddělení	ne/ano *	10	O
Technický referent	ne/ano *	20	O
Přezkoušel	ne/ano *	20	M
Kreslil	ne/ano *	20	M
Druh dokumentu	ano	30	M
Zatřídění/klíčová slova	ne/ano *	nespecifikováno	O
Status dokumentu	ano	20	O
Strana	ne	4	O
Stran	ne	4	O
Formát	ne	4	O
M povinný údaj (mandatory), O doporučený údaj (optional) * „ano" pro podporu použití některých druhů abecedy			

Celková šířka popisového pole je přizpůsobena šířce listu formátu A4 s šířkou levého lemu 20 mm, horního, spodního a pravého lemu 10 mm a činí 180 mm. Stejná popisová pole se užijí i pro všechny další formáty.

<table>
<tr><td>Oddělení
ABC 2</td><td>Technický referent
Patricia Johnson</td><td>Druh dokumentu
Výkres podsestavy</td><td colspan="4">Status dokumentu
Vydáno</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Držitel práv</td><td>Kreslil
Jane Smith</td><td rowspan="2">Název, doplňující název
Přístrojová deska
Komplet s konzolí</td><td colspan="4">Číslo dokumentu
AB 123 456-7</td></tr>
<tr><td>Přezkoušel
David Brown</td><td>Změna
A</td><td>Datum vydání
2004-04-21</td><td>Jazyk
CZ</td><td>List
1/5</td></tr>
</table>

180

Obr. 1 Úsporné popisové pole – ponechává maximum místa pro vlastní obsah dokumentu

<table>
<tr><td>Oddělení
ABC 2</td><td>Technický referent
Patricia Johnson</td><td>Kreslil
Jane Smith</td><td colspan="3">Přezkoušel
David Brown</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3" colspan="2">Držitel práv</td><td>Druh dokumentu
Výkres podsestavy</td><td colspan="4">Status dokumentu
Vydáno</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Název, doplňující název
Přístrojová deska
Komplet s konzolí</td><td colspan="4">Číslo dokumentu
AB 123 456-7</td></tr>
<tr><td>Změna
A</td><td>Datum vydání
2004-04-21</td><td>Jazyk
CZ</td><td>List
1/5</td></tr>
</table>

180

Obr. 2 Popisové pole se jmény osob v samostatném řádku – ponechává více místa pro označení vlastníka a volné místo v pravém horním rohu pro zatřídění dokumentu nebo klíčová slova apod.

SEZNAMY POLOŽEK

Norma zrušena (ČSN ISO 7573)
Informační údaje pro výuku

Seznam položek je úplný seznam všech částí tvořících sestavu nebo podsestavu montážní jednotky, případně jednotlivých součástí zobrazených na výkresech. Není nutné zobrazovat všechny části výrobku podrobně na výkrese.

Seznam položek může být upraven podle vlastní potřeby. Doporučuje se zachovat rozteč řádků 4,25 mm.

Je-li seznam položek na samostatném listu, je pořadí zápisu od shora dolů se záhlavím nahoře (obr. 3).

ODKAZ	OZNAČENÍ VÝKRES	POLOTOVAR MATERIÁL	ČÍSLO ZÁSOBNÍKU POZNÁMKA	MNOŽ. JEDN.
1				
2				
3				
24				

Změna		Podpis/dne	Podpis/dne	Index	
Poznámky		Kreslil			
		Dne			Název
		Přezkoušel			
Č. seznamu		Technolog			Typ
Č. sestavy		Normalizace			Čís. dokumentu
Starý výkres		Schválil			
Nový výkres		Dne			Listů / List

Obr. 3

Pro výrobky s malým počtem součástí, lze seznam připojit k popisovému poli. Pořadí zápisu je zdola nahoru se záhlavím dole (obr. 4).

24				
3				
2				
1				

ODKAZ	OZNAČENÍ	POLOTOVAR	ČÍSLO ZÁSOBNÍKU	MNOŽ.
	VÝKRES	MATERIÁL	POZNÁMKA	JEDN.

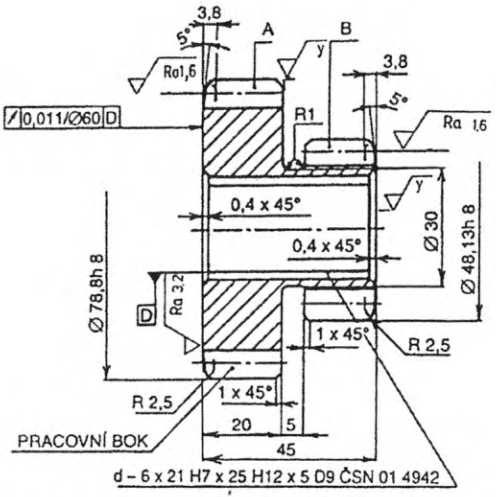
				PŘESNOST		Materiál		
Změna		Datum	Index	Podpisy	TOLEROVÁNÍ		Polotovar		
Měřítko		Navrhl			PROMÍTÁNÍ		Čistá hmotn.	kg	Hrubá hmotn.	kg
		Kreslil			Název					
		Přezkoušel								
Č. seznamu		Technolog			Typ					
Č. sestavy		Normalizace			Čís. výkresu					
Starý výkres		Schválil								
Nový výkres		Datum			Listů					List

Obr. 4

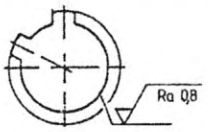
PRAVIDLA PRO KRESLENÍ VÝKRESŮ OZUBENÝCH KOL

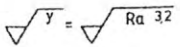
Výběr z ČSN 01 3216
Účinnost od 1. 1. 1981

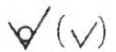
Tabulka údajů se umisťuje v pravém rohu výkresu 20 mm od horního okraje rámečku.



KONTROLA PROFILU MĚŘIDLEM PODLE ČSN 25 3502

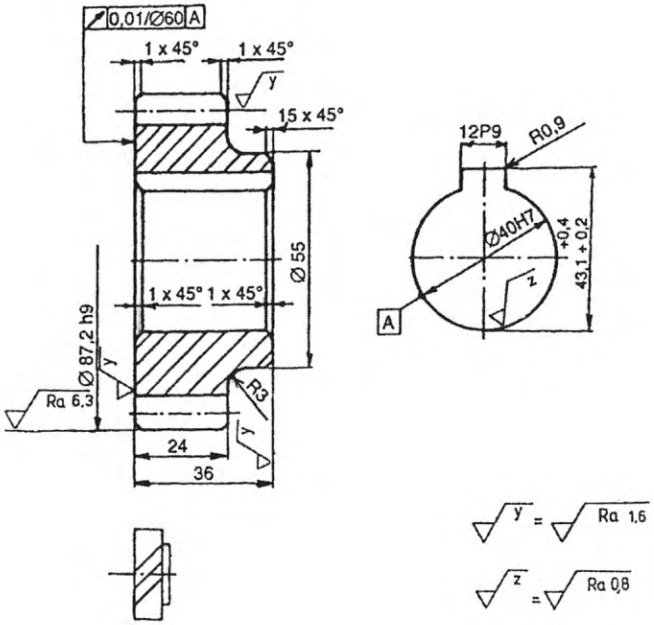






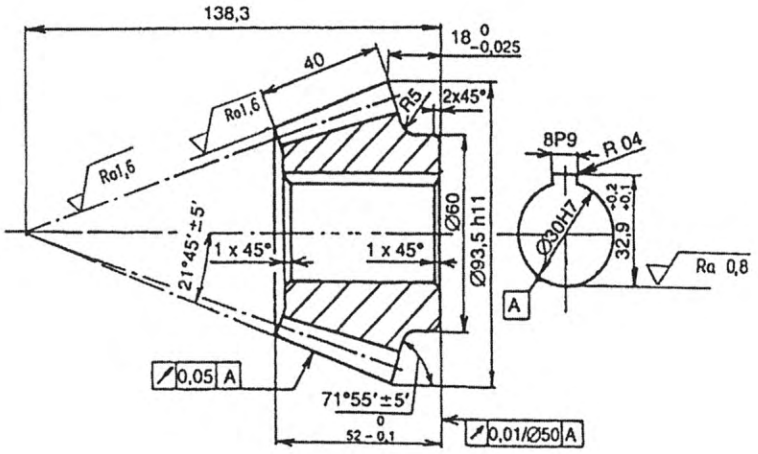
B				A
3,5	Modul		m	3,5
11	Počet zubů		$=$	20
ČSN 01 4607	Normálný základní profil		–	ČSN 01 4607
0	Úhel sklonu boční křivky zubu		β	0
–	Smysl stoupání boční křivky zubu		–	–
0,380	Jednotkové posunutí		z	0260
6-DČSN 01 4682	Stupeň přesnosti podle		6-D	ČSN 01 4682
0,036	Kontrolované mezní úchylky	dvoubokého odvalu za otáčku	F_i''	0,036
0,014		dvoubokého odvalu za rozteč	f_i''	0,014
0,009		sklonu zubu	F_β	0,009
±0,028		vzdálenosti os	f_a	±0,030
0,014	Kontrolní rozměr	mezní úchylka jmenovité vzdálenosti os horní	E_{ns}''	0,014
−0,060		mezní úchylka jmenovité vzdálenosti os dolní	E_{ni}''	−0,060
		přes	–	
01 – 16 – 02	Spoluzabírající kolo	číslo výkresu	–	01 – 16 – 02
39		počet zubů	z	56
88		vzdálenosti os	a_w	133
–	Modul		m_t	–
–	Počet zubů hřebenu, segmentu		z	–
36,178	Průměr základní kružnice		d_a	65,778
38,5	Průměr roztečné kružnice		d	70
32,41	Průměr patní kružnice		d_f	63,07
–	Úhel sklonu boční křivky zubu na základním válci		β_b	–
–	Úhel os		Σ	–

Ozubené dvojkolí s přímými zuby



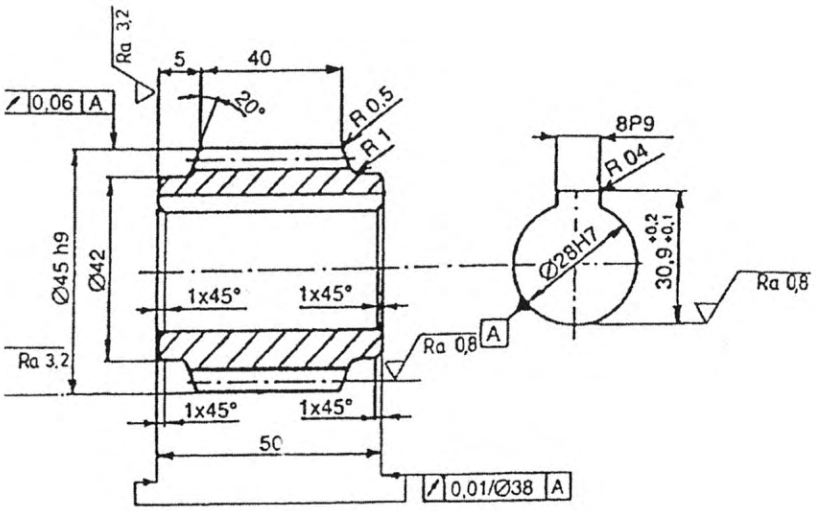
Čelní ozubené kolo se šikmými zuby

Modul			m	4
Počet zubů			z	14
Normálný základní profil			–	ČSN 01 4607
Úhel sklonu boční křivky zubu			β	45°
Smysl stoupání boční křivky zubů			–	LEVÝ
Jednotkové posunutí			x	–
Stupeň přesnosti podle			–	ČSN 01 4682
Kontrolované mezní úchylky	dvoubokého odvalu za otáčku		F_i''	0,112
	dvoubokého odvalu za rozteč		f_i''	0,036
	sklonu zubů		F_β	0,018
	vzdálenosti os		f_a	±0,035
Kontrolní rozměr	mezní úchylka jmenovité vzdálenosti os	horní	Es_a''	0,036
		dolní	Ei_a''	−0,180
	přes		–	–
Spoluzabírající kolo	číslo výkresu		–	01-16-01
	počet zubů		z	14
	vzdálenost os		a_w	79,2
Modul			m_t	5,6569
Počet zubů hřebenu, segmentu			z	–
Průměr základní kružnice			d_b	70,415
Průměr roztečné kružnice			d	79,196
Pruměr patní kružnice			d_f	69,196
Úhel sklonu boční křivky zubů na základním válci			β	41°38'28"
Úhel os			Σ	–



Kuželové kolo s přímými zuby

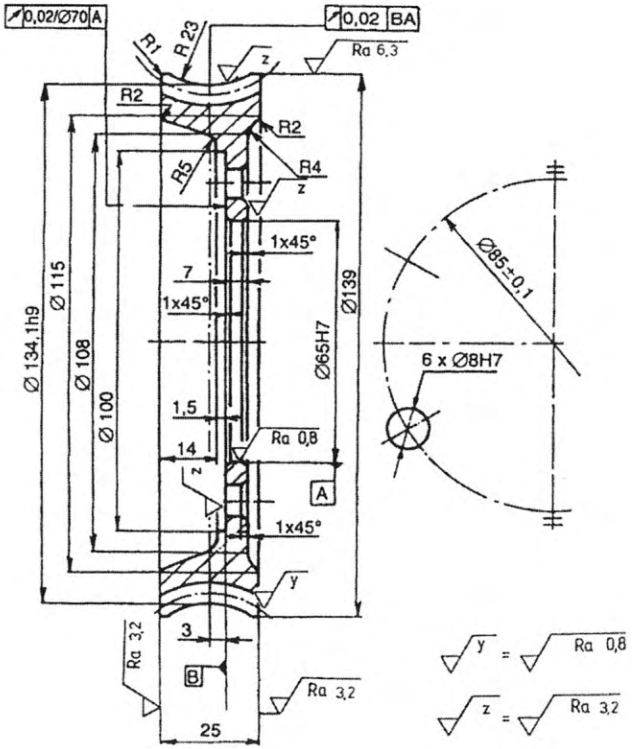
Vnější čelní modul		m_e	5
Počet zubů		z	16
Druh ozubení		—	PŘÍMÉ
Základní profil		—	ČSN ISO 677
Smysl stoupání boční křivky zubu		—	—
Jednotkové posunutí		x_e	0,42
Jednotková změna tloušťky zubu		x_t	—
Úhel roztečného kužele		δ	18°05'
Stupeň přesnosti podle		7-C	ČSN 01 4682
Kontrolované mezní úchylky	součtová úchylka roztečí	F_p	0,042
	čelní rozteče	$f_{p'}$	±0,018
	odvalu o zubové frekvenci	f_c	0,009
	vzdálenosti od	f_a	±0,025
	relativního pásma dotyku zubů	F'_{sl}	±10 %
		F'_{sh}	±10 %
Kontrolní rozměr	tloušťky zubů na konst. tětivě	$\overline{s}_{ce}$	$8{,}29^{-0{,}07}_{-0{,}14}$
	výšky hlavy zubů	$\overline{h}_{ce}$	5,59
Spoluzabírající kolo	číslo výkresu	—	01-16-05
	počet zubů	z	49
	úhel os	Σ	90°
Průměr roztečné kružnice		d	80
Délka površky roztečného kužele		R	128,865
Úhel patního kužele		δ_1	16°25'
Teoretická výška zubu		h	11



Šnek

Typ šneku		–	ZA
Osový modul		m_x	2
Počet zubů		z	1
Smysl stoupání boční křivky zubů		–	PRAVÝ
Úhel stoupání šroubovice na roztečné ploše		γ	2°17'33"
Základní údaje šnekového převodu		–	ČSN 01 4755 ČSN 01 4756
Jednotkové posunutí šneku*)		x	–
Stupeň přesnosti podle		7-C	ČSN 01 4682
Kontrolované mezní úchylky			
Kontrolní rozměr	tloušťky zubů na konst. tětivě	$\bar{s}_c$	$3{,}14^{-0{,}020}_{-0{,}032}$
	výšky hlavy zubů	$\bar{h}_c$	2
Spoluzabírající kolo	číslo výkresu	–	01-16-06
	počet zubů	z	65
	vzdálenost os	a_w	90
Součinitel průměru šneku		q	25
Modul		m	1,9984
Průměr roztečné kružnice		d	50
Stoupání závitu šneku		p_z	6,2882
Úhel profilu podle ČSN 01 4756		α_0	20°
Úhel sklonu boční křivky zubů		β	87°42'27"
Úhel os		Σ	90°

*) U šneku se nevyplňuje.



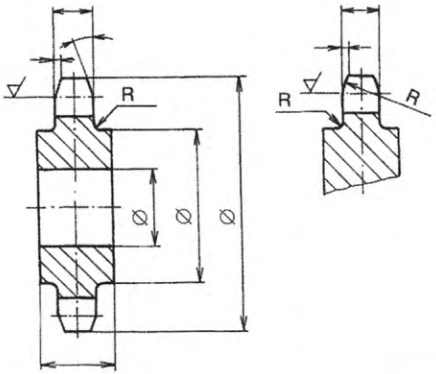
Šnekové kolo

Typ šneku		—	ZA
Osový modul		m_x	2
Počet zubů		z	65
Smysl stoupání boční křivky zubu		—	PRAVÝ
Úhel stoupání šroubovice na roztečné ploše		γ	2°17'33"
Základní údaje šnekového převodu		—	ČSN 01 4755 ČSN 01 4756
Jednotkové posunutí šneku		x	—
Stupeň přesnosti podle		7-C	ČSN 01 4682
Kontrolované mezní úchylky			
Kontrolní rozměr	tloušťky zubu na konst. tětivě	$\bar{s}_c$	$3{,}14^{-0{,}045}_{-0{,}063}$
	výšky hlavy zubu	$\bar{h}_c$	2
Spoluzabírající kolo	číslo výkresu	—	01-16-07
	počet zubů	z	1
	vzdálenost os	a_w	90
Součinitel průměru šneku		q	25
Modul		m	1,9984
Průměr roztečné kružnice		d	130
Stoupání závitu šneku		p_z	6,2882
Úhel profilu podle ČSN 01 4756		α_0	20°
Úhel sklonu boční křivky zubu		β	87°42'27"
Úhel os		Σ	90°

ŘETĚZOVÁ KOLA

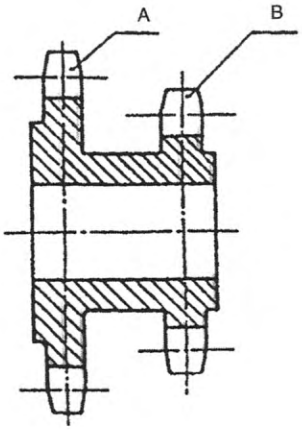
Výběr z ČSN 01 3218
Účinnost od 1. 7. 1988

Na výrobním výkresu řetězového kola musí být mimo jeho zobrazení i tabulka parametrů. Umisťuje se v pravém horním rohu výkresu.



Řetěz	typ	06 B-1 ČSN 02 3311	
	průměr prvku záběru	d_1	6,35
	rozteč řetězu	t	9,525
Počet zubů		z	25
Profil zubů		ČSN 01 4811	
Průměr roztečné kružnice		d	76,08
Průměr patní kružnice		d_f	69,50
Poloměr dna zubní mezery		r_i	3,3
Poloměr boku zubu		r_e	30,0
Úhel otevření zubu		α	120°
Úhel boku zubu		γ	–
Rozšíření dna zubu		e	–
–		–	–
Mezní úchylky	rozteče	δ_t	–
	průměru patní kružnice	δ_{df}	0 −0,25
	šířky věnce	δ_{bf}	0 −0,74
	obvodového házení patní kružnice a čelního házení ozubeného věnce	δ_z	0,7

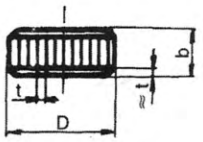
Má-li řetězové kolo několik ozubených věnců, které se liší v počtu zubů nebo i rozteče řetězů, pak se paramatry uvádějí pro každý ozubený věnec v samostatných sloupcích a označují se velkými písmeny.



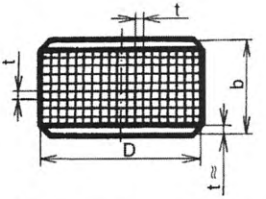
B			A	
08 B 1 ČSN 02 3311	Řetěz	typ	06 B-1 ČSN 02 3311	
8,51		průměr prvku záběru	d_1	6,35
12,70		rozteč řetězu	t	9,525
30	Počet zubů		z	25
ČSN 01 4811	Profil zubů		ČSN 01 4811	
121,50	Průměr roztečné kružnice		d	76,08
112,80	Průměr patní kružnice		d_f	69,50
4,35	Poloměr dna zubní mezery		r_i	3,3
100,0	Poloměr boku zubu		r_e	30,0
70°	Úhel otevření zubu		α	120°
–	Úhel boku zubu		γ	–
–	Rozšíření dna zubu		e	–
–	–		–	–
–	Mezní úchylky	rozteče	δ_t	–
0 −0,25		průměru patní kružnice	δ_{df}	0 −0,25
0 −0,36		šířky věnce	δ_{bf}	0 −0,30
0,70		obvodového házení patní kružnice a čelního házení ozubeného věnce	δ_z	0,70

RÝHOVÁNÍ PŘÍMÉ
VROUBKOVÁNÍ PRAVOÚHLÉ A KOSOÚHLÉ

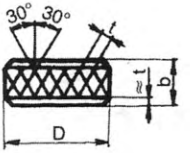
Výběr z ČSN 01 4930
a z ČSN 01 4931 a 32
Účinnost od 1. 10. 1956



Rýhování přímé
ČSN 01 4930



Vroubkování pravoúhlé
ČSN 01 4931



Vroubkování kosoúhlé
ČSN 01 4932

Označení pravoúhlého vroubkování vypouklého s roztečí $t = 1{,}2$ mm

VROUBKOVÁNÍ 1,2 ČSN 01 4931

Rozměry v mm

	Rozteč						
Rýhování ČSN 01 4930	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2		
Kosoúhlé vroubkování ČSN 01 4932	–	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0

Rýhování

Rozměry v mm

Soustružený průměr D		Rozteč t pro šířku b			
přes	do	přes do 6	6 16	16 32	32
	8	0,5			
8	16	0,5	0,6	0,6	0,6
16	32	0,6	0,8	0,8	0,8
32	63	0,8	0,8	1,0	1,0
63	100	0,8	0,8	1,0	1,2
100		1,0	1,0	1,0	1,2

Vroubkování

Rozměry v mm

Soustružený průměr D		Rozteč t pro šířku b			
přes	do	přes do 6	6 16	16 32	32
	8	0,6 0,6	0,6 0,6	0,6 0,6	0,6 0,6
8	16	0,6 0,8	0,6 0,8	0,6 0,8	0,6 0,8
16	32	0,6 0,8	0,8 1,0	0,8 1,0	0,8 1,0
32	63	0,6 0,8	0,8 1,0	1,0 1,2	1,0 1,2
63	100	0,8 0,8	0,8 1,0	1,0 1,2	1,2 1,6
100		0,8 1,0	1,0 1,2	1,2 1,6	1,6 2,0

Jsou-li uvedeny dvě rozteče – dolní platí pro ocel, horní pro ostatní materiály.

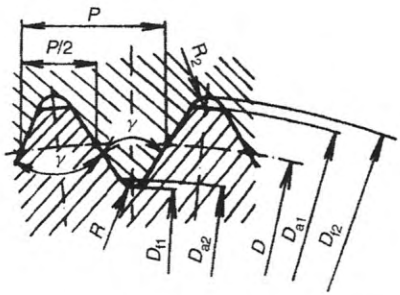
Průměr D je uveden před rýhováním nebo vroubkováním. Po rýhování nebo vroubkování se průměr D zvětší o $2h \approx 0{,}5t$. Rýhování (vroubkování) se na výkrese součásti označí na odkazové čáře: RÝHOVÁNÍ a velikost rozteče, např. RÝHOVÁNÍ 0,6 ČSN 01 4930.

Přiřazení roztečí k průměru D je informativní.

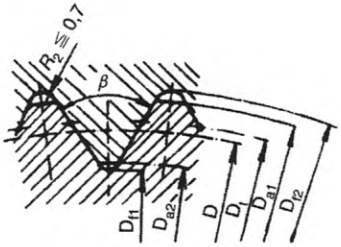
JEMNÉ DRÁŽKOVÁNÍ

Výběr z ČSN 01 4933
Účinnost od 1. 1. 1970

Průměr do 60 mm



Průměr přes 60 mm



Označení jemného drážkování velikosti 60:

JEMNÉ DRÁŽKOVÁNÍ 60 ČSN 01 4933

Pro průměr do 60 mm

Rozměry v mm

Velikost	D	z	D_{a1}a11	D_{a2}A11	D_{f1}	D_{f2}	R_1	R_2	γ
8	7,5	28	8,1	6,9	6,91	8,21	0,08	0,08	47°8′35″
10	9,0	28	10,1	8,1	8,26	9,90	0,08	0,08	47°8′35″
12	11,0	30	12,0	10,1	10,20	12,00	0,10	0,10	48°
14	13,0	31	14,2	12,0	12,06	14,18	0,10	0,10	48°23′14″
17	16,0	32	17,2	14,9	14,91	17,28	0,15	0,15	48°45′
20	18,5	33	20,0	17,3	17,37	20,00	0,20	0,15	49°5′27″
24	22,0	34	23,9	20,8	20,76	23,76	0,25	0,15	49°24′42″
30	28,0	35	30,0	26,5	26,40	30,06	0,30	0,25	49°42′52″
34	32,0	36	34,0	30,5	30,38	34,17	0,40	0,30	50°
40	38,0	37	39,9	36,0	35,95	40,16	0,40	0,50	50°16′13″
44	42,0	38	44,0	40,0	39,72	44,42	0,40	0,50	50°31′35″
50	47,5	39	50,0	45,0	44,97	50,20	0,40	0,50	50°46′9″
55	52,5	40	54,9	50,0	49,72	55,25	0,40	0,60	51°
60	57,5	42	60,0	55,0	54,76	60,39	0,50	0,60	51°25′43″

Pro průměr přes 60 mm (m = 1,5 mm)

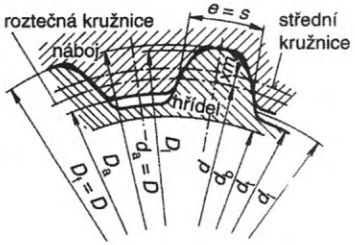
Rozměry v mm

Velikost	D	z	$x \cdot m$	D_{a1}a11	D_{a2}A11	D_{f1}	D_{f2}	D_T	β
65	61,5	41	0,5	65	60	59,6	65,421	62,537	63°
70	67,5	45	0,00	70	65	64,6	70,546	67,500	59°
75	72,0	48	0,25	75	70	69,6	75,500	72,433	60°
80	76,5	51	0,50	80	75	74,6	80,443	77,407	61°
85	82,5	55	0,00	85	80	79,6	85,529	82,420	58°
90	87,0	58	0,25	90	85	84,6	90,488	87,389	59°
95	91,5	61	0,50	95	90	89,6	95,433	92,399	60°
100	97,5	65	0,00	100	95	94,6	100,486	97,581	58°
105	102,0	68	0,25	105	100	99,6	105,445	102,606	59°
110	106,5	71	0,50	110	105	104,6	110,397	107,674	60°
115	112,5	75	0,00	115	110	109,6	115,503	112,340	57°
120	117,0	78	0,25	120	115	114,6	120,506	117,399	58°

Tvar dna drážek je zcela nezávazný a hodnoty D_{f1}, D_{f2} a R_2 jsou pouze informativní.
Výběhy drážek na hřídeli — 1. doplňková číslice: 0 — hrubé mezní úchylky, 1 — jemné mezní úchylky.

DRÁŽKOVÁ SPOJENÍ EVOLVENTNÍ S ÚHLEM PROFILU 30°

Výběr z ČSN 01 4952
Účinnost od 1. 1. 1981



Tvar zubů hřídele a náboje

Označení evolventního drážkového spojení:
– drážkový hřídel se středěním na boky zubů s jmenovitým průměrem $D = 50$ mm, modulem $m = 2$ toleranční značky 9g:

EVOLVENTNÍ DRÁŽKOVÁNÍ $50 \times 2 \times 9g$ ČSN 01 4952

– drážkový náboj se středěním na boky zubů s jmenovitým průměrem $D = 50$ mm, modulem $m = 2$, toleranční značky 9H:

EVOLVENTNÍ DRÁŽKOVÁNÍ $50 \times 2 \times 9H$ ČSN 01 4952

Rozměry v mm

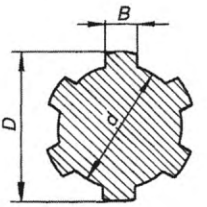
Jmenovitý průměr D		Modul, m															
	Řada 1	0,5	–	0,8	–	1,25	–	2	–	3	–	–	5	–	8	–	
	Řada 2	–	0,6	–	1	–	1,5	–	2,5	–	3,5	4	–	6	–	10	
Řada 1	Řada 2	Počet zubů, z															
–	4	6	–	–													
–	5	8	–	–													
6	–	10	8	6													
–	7	12	10	7													
8	–	14	12	8	6												
–	9	16	13	10	7	–											
10	–	18	15	11	8	6	–										
12	–	22	18	13	10	8	6										
–	14	26	22	16	12	10	8	–									
15	–	28	23	17	13	10	8	6									
–	16	30	25	18	14	11	9	6									
17	–	32	27	20	15	12	10	7									
–	18	34	28	21	16	13	10	7	–								
20	–	38	32	23	18	14	12	8	6	–							
–	22	42	35	26	20	16	13	9	7	6							
25	–	48	40	30	24	18	15	11	8	7							

Jmenovitý průměr D		Modul, m														
	Řada 1	0,5	–	0,8	–	1,25	–	2	–	3	–	–	5	–	8	–
	Řada 2	–	0,6	–	1	–	1,5	–	2,5	–	3,5	4	–	6	–	10
Řada 1	Řada 2	Počet zubů, z														
–	28	54	45	34	26	21	17	12	10	8						
30	–	–	48	36	28	22	18	13	10	8		–				
–	32		52	38	30	24	20	14	11	9		6				
35	–		57	42	34	26	22	16	12	10		7				
–	38		62	46	36	29	24	18	14	11		8	–			
40	–		64	48	38	30	25	18	14	12		8	6			
–	42		68	51	40	32	26	20	15	12	–	9	7			
45	–		74	55	44	34	28	21	16	13	12	10	7	–		
–	48		78	58	46	37	30	22	18	14	12	10	8	6		
50	–		–	60	48	38	32	24	18	15	12	11	8	7		
–	52			64	50	40	33	24	19	16	12	11	9	7		
55	–			66	54	42	35	26	20	17	14	12	9	8		
–	58			70	56	45	37	28	22	18	14	13	10	8		–
60	–			74	58	46	38	28	22	18	16	13	10	8		–
–	62			–	–	48	40	30	23	19	16	14	11	9		–
65	–					50	42	31	24	20	18	15	11	9		–
–	68					53	44	32	26	21	18	15	12	10	–	–
70	–				–	54	45	34	26	22	18	16	12	10	7	
–	72				–	56	46	34	27	22	20	16	13	10	–	
75	–				–	58	48	36	28	24	20	17	13	11	8	
–	78				–	60	50	38	30	24	21	18	14	11	–	–
80	–				–	62	52	38	30	25	22	18	14	12	8	6
–	82					–	53	40	31	26	22	19	15	12	–	–
85	–						55	41	32	27	24	20	15	13	9	7

Při volbě jmenovitých průměrů a modulů je řada 1 přednostní před řadou 2.

ROVNOBOKÉ DRÁŽKOVÁNÍ VÁLCOVÝCH HŘÍDELŮ S VNITŘNÍM STŘEDĚNÍM

Výběr z ČSN ISO 14
(01 4942)
Účinnost od 1. 9. 1997



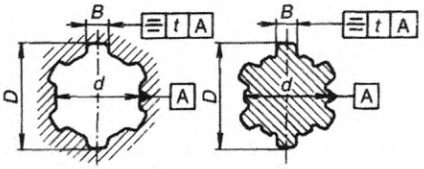
Jmenovité rozměry

d mm	Lehká řada				Střední řada			
	Označení	N^1)	D mm	B mm	Označení	N^1)	D mm	B mm
11					6 × 11 × 14	6	14	3
13					6 × 13 × 16	6	16	3,5
16					6 × 16 × 20	6	20	4
18					6 × 18 × 22	6	22	5
21					6 × 21 × 25	6	25	5
23	6 × 23 × 26	6	26	6	6 × 23 × 28	6	28	6
26	6 × 26 × 30	6	30	6	6 × 26 × 32	6	32	6
28	6 × 28 × 32	6	32	7	6 × 28 × 34	6	34	7
32	8 × 32 × 36	8	36	6	8 × 32 × 38	8	38	6
36	8 × 36 × 40	8	40	7	8 × 36 × 42	8	42	7
42	8 × 42 × 46	8	46	8	8 × 42 × 48	8	48	8
46	8 × 46 × 50	8	50	9	8 × 46 × 54	8	54	9
52	8 × 52 × 58	8	58	10	8 × 52 × 60	8	60	10
56	8 × 56 × 62	8	62	10	8 × 56 × 65	8	65	10
62	8 × 62 × 68	8	68	12	8 × 62 × 72	8	72	12
72	10 × 72 × 78	10	78	12	10 × 72 × 82	10	82	12
82	10 × 82 × 88	10	88	12	10 × 82 × 92	10	92	12
92	10 × 92 × 98	10	98	14	10 × 92 × 102	10	102	14
102	10 × 102 × 108	10	108	16	10 × 102 × 112	10	112	16
112	10 × 112 × 120	10	120	18	10 × 112 × 125	10	125	18

[1]) N — počet zubů

TOLERANCE DĚR A HŘÍDELŮ

Výběr z ČSN ISO 14
(01 4942)
Účinnost od 1. 9. 1997



Díra Hřídel

Označení rovnobokého drážkování:
drážkový hřídel se středěním na vnitřní průměr $d = 36$ s počtem zubů $N = 8$, průměru $D = 40$, toleranční značkou a šířkou zubů $B = 7$:

ROVNOBOKÉ DRÁŽKOVÁNÍ $8 \times 36g7 \times 40a11 \times 7f7$

drážkový náboj:

ROVNOBOKÉ DRÁŽKOVÁNÍ $8 \times 36H7 \times 40H11 \times 7H11$

Rozměrové tolerance děr a hřídelů

Tolerance díry						Tolerance hřídele			Druh uložení
Neupraveno po protažení			Upraveno po protažení						
B	*D*	*d*	*B*	*D*	*d*	*B*	*D*	*d*	
H9	H10	H7	H11	H10	H7	d10	a11	f7	s vůlí
						f9	a11	g7	přechodné
						h10	a11	h7	s přesahem

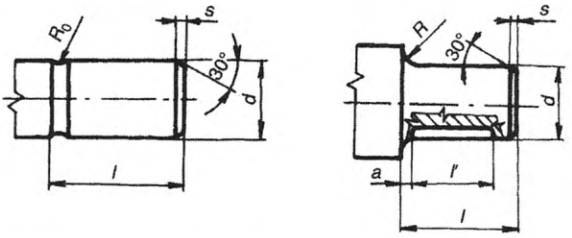
Tolerance souměrnosti

Rozměry v mm

Šířka drážky	*B*	3	3,5 4 5 6	7 8 9 10	12 14 16 18
Tolerance souměrnosti	*t*	0,010 (IT7)	0,012 (IT7)	0,015 (IT7)	0,018 (IT7)

VÁLCOVÉ KONCE HŘÍDELŮ

Výběr z ČSN 01 4990
Účinnost od 1. 8. 1988



Rozměry v mm

Průměr *d*		Toleranční pole	Délka *l*		*s*	*R* [1])
Řada 1	Řada 2		dlouhá	krátká		
6 7		js6	16		0,25	0,6
8 9			20		0,6	1,0
10 11			23	20		
12 14			30	25		
16 18	19		40	28	1,0	1,6
20 22	24		50	36		
25 28			60	42		
30 32 35	38	k6	80	58		2,5
40 45 50 55	42 48 53 56		110	82		
60 63		m6	140	105	1,6	

Pokračování

Rozměry v mm

Průměr d		Toleranční pole	Délka l		s	R [1])
Řada 1	Řada 2		dlouhá	krátká		
	65	m6	140	105	1,6	2,5
70						4,0
71	75					
80			170	130		
90	85					
	95				2,5	
100	105		210	165		
110	120					6,0
125			250	200		
140	130					
	150				4,0	
160			300	240		

[1]) Uvážit velikost R a R_0 – nebezpečí vrubu.
Průměry hřídelů řady 1 jsou přednostní.
Platí pro konce hřídelů se součástmi pro přenos točivého momentu.
l' – drážka pro pero

DOVOLENÉ TOČIVÉ MOMENTY PŘENÁŠENÉ KONCI HŘÍDELŮ

Výběr z ČSN 01 4990
Účinnost od 1. 8. 1988

Jmenovitý průměr d, mm		Součinitel K, MPa							
		2,0	2,8	4,0	5,6	8,0	11,2	16,0	22,4
1. řada	2. řada	Dovolené točivé momenty, M_t, N . m							
6	–	0,5	0,71	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6
7	–	0,71	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	8,0
8	–	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	8,0	11,2
9	–	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	8,0	11,2	16,0
10	–	2,0	2,8	4,0	5,6	8,0	11,2	16,0	22,4
11	–	2,8	4,0	5,6	8,0	11,2	16,0	22,4	31,5
12	–	4,0	5,6	8,0	11,2	16,0	22,4	31,5	45,0
14	–	5,6	8,0	11,2	16,0	22,4	31,5	45,0	63,0
16	–	8,0	11,2	16,0	22,4	31,5	45,0	63,0	90,0
18	–	11,2	16,0	22,4	31,5	45,0	63,0	90,0	100
–	19	12,5	18,0	25,0	35,5	50,0	71,0	100	140
20	–	16,0	22,4	31,5	45,0	63,0	90,0	125	180
22	–	22,4	31,5	45,0	63,0	90,0	125	180	250
–	24	25,0	35,5	50,0	71,0	100	140	200	280
25	–	31,5	45,0	63,0	90,0	125	180	250	355
28	–	45,0	63,0	90,0	125	180	250	355	500
30	–	50,0	71,0	100	140	200	280	400	560
32	–	63,0	90,0	125	180	250	355	500	710

Pokračování

Pokračování

Jmenovitý průměr d, mm		Součinitel K, MPa							
		2,0	2,8	4,0	5,6	8,0	11,2	16,0	22,4
1. řada	2. řada	Dovolené točivé momenty, M_t, N . m							
35	–	90,0	125	180	250	355	500	710	1 000
36	–								
–	38	100	140	200	280	400	560	800	1 120
40	–	125	180	250	355	500	710	1 000	1 400
–	42	140	200	280	400	560	800	1 120	1 600
45	–	180	250	355	500	710	1 000	1 400	2 000
–	48	200	280	400	560	800	1 120	1 600	2 240
50	–	250	355	500	710	1 000	1 400	2 000	2 800
–	53	280	400	560	800	1 120	1 600	2 240	3 150
55	–	355	500	710	1 000	1 400	2 000	2 800	4 000
–	56								
60	–	400	560	800	1 120	1 600	2 240	3 150	4 500
63	–	500	710	1 000	1 400	2 000	2 800	4 000	5 600
–	65	560	800	1 120	1 600	2 240	3 150	4 500	6 300
70	–	710	1 000	1 400	2 000	2 800	4 000	5 600	8 000
71	–								
–	75	800	1 120	1 600	2 240	3 150	4 500	6 300	9 000
80	–	1 000	1 400	2 000	2 800	4 000	5 600	8 000	11 200

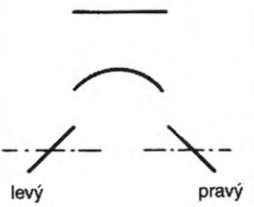
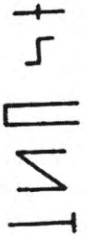
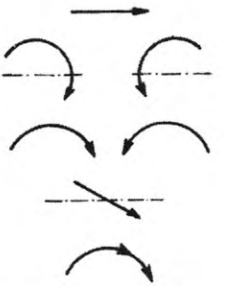
Pokračování

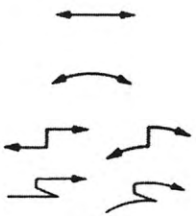
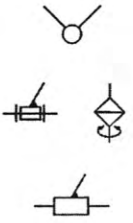
Pokračování

Jmenovitý průměr d, mm		Součinitel K, MPa							
		2,0	2,8	4,0	5,6	8,0	11,2	16,0	22,4
1. řada	2. řada	Dovolené točivé momenty, M_t, N . m							
–	85	1 120	1 600	2 240	3 150	4 500	6 300	9 000	12 500
90	–	1 400	2 000	2 800	4 000	5 600	8 000	11 200	16 000
–	95	1 600	2 240	3 150	4 500	6 300	9 000	12 500	18 000
100	–	2 000	2 800	4 000	5 600	8 000	11 200	16 000	22 400
–	105	2 500	3 150	4 500	6 300	9 000	12 500	18 000	25 000
110	–	2 800	4 000	5 600	8 000	11 200	16 000	22 400	31 500
–	120	3 150	4 500	6 300	9 000	12 500	18 000	25 000	35 500
125	–	4 000	5 600	8 000	11 200	16 000	22 400	31 500	45 000
–	130	4 500	6 300	9 000	12 500	18 000	25 000	35 500	50 000
140	–	5 600	8 000	11 200	16 000	22 400	31 500	45 000	63 000
–	150	6 300	9 000	12 500	18 000	25 000	35 500	50 000	71 000
160	–	8 000	11 200	16 000	22 400	31 500	45 000	63 000	90 000

ZNAČKY PRO KINEMATICKÁ SCHÉMATA

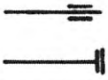
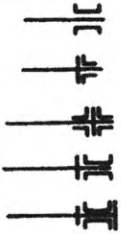
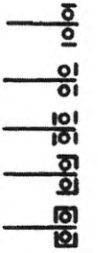
Výběr z	Účinnost od
ČSN EN ISO 3952-1	1. 2. 2005
ČSN EN ISO 3952-2, 3	1. 4. 1997
ČSN EN ISO 3952-4	1. 4. 1999
(01 3226)	

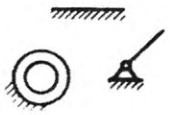
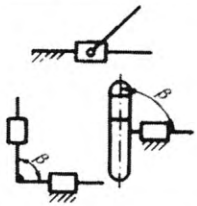
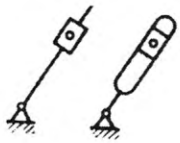
Název	Značka
Značky pro druh a směr pohybu členů mechanismů	
1. Druh pohybu: přímočarý točivý šroubový	
2. Směr a smysl pohybu: jednostranný vratný	
3. Způsob pohybu: s okamžitým zastavením v mezilehlé poloze s prodlevou v mezilehlé poloze s prodlevou se změnou směru pohybu s částečným vratným pohybem s ukončením pohybu	
Značky pro pohyb	
1. Jednostranný pohyb: ve stálém směru a pohybu rotační s osou otáčení v rovině výkresu s osou otáčení kolmou k rovině výkresu konec pohybu přímočarý rotační jednostranný pohyb s prodlevou jednostranný pohyb s částečně vratným pohybem	

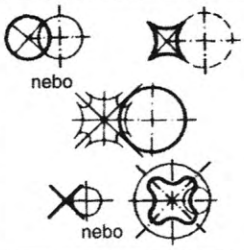
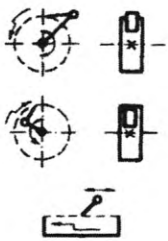
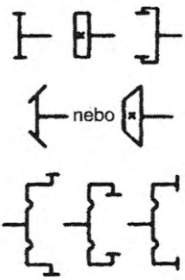
Název	Značka
2. Vratný pohyb: přímočarý rotační Vratný pohyb s prodlevou v mezilehlé poloze Jednostranný pohyb s částečným vratným pohybem a prodlevou	
3. Jednostranný pohyb s okamžitým zastavením přímočarý rotační	
4. Vratný pohyb s prodlevou v úvrati přímočarý rotační	
5. Vratný pohyb s prodlevami v úvrati přímočarý rotační	
Značky pro kinematické dvojice	
1. Rotační dvojice rovinná 2. Rotační dvojice prostorová 3. Posuvná dvojice	

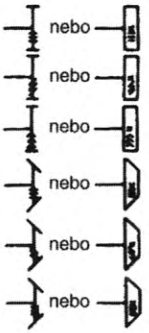
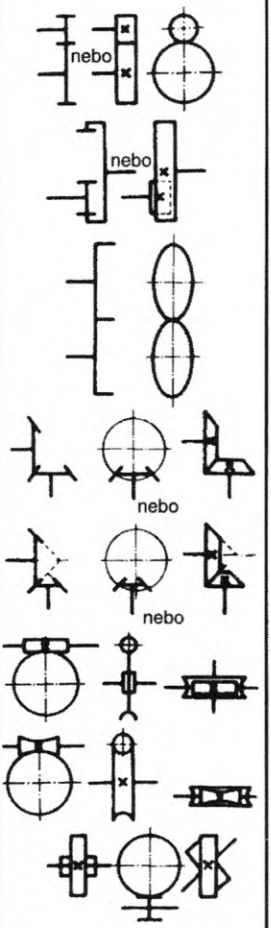
Název	Značka
4. Šroubová dvojice	
5. Válcová dvojice	
6. Sférická dvojice s čepem	
7. Dvojice s třemi stupni volnosti	
8. Rovinná dvojice	
9. Dvojice (koule – válec)	
10. Dvojice s pěti stupni volnosti	
11. Aktivní ukončení (mechanické rozhraní robotizovaných zařízení)	

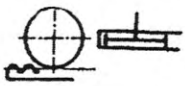
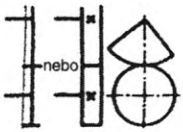
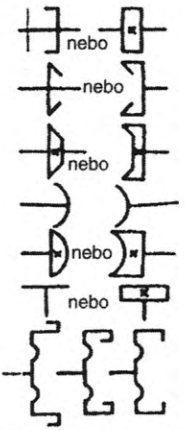
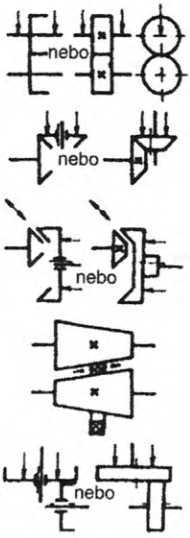
Značky pro ložiska

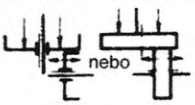
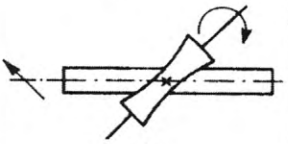
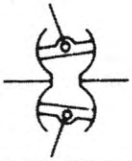
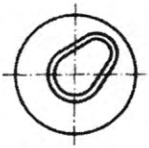
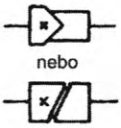
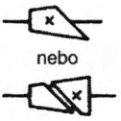
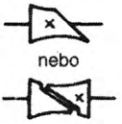
1. Ložiska: obecné označení radiální axiální	
2. Kluzná ložiska radiální axiální jednostranné axiální oboustranné radiálně axiální jednostranné radiálně axiální oboustranné	
3. Valivá ložiska radiální axiální jednostranné axiální oboustranné radiálně axiální jednostranné radiálně axiální oboustranné	

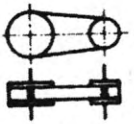
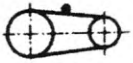
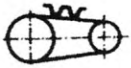
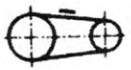
Název	Značka
Značky pro členy	
1. Nepohyblivý člen (rám) pro vyznačení nepohyblivosti libovolného členu se část jeho obrysu vyšrafuje	
2. Hřídel, osa, náprava	
3. Ohebný hřídel pro přenos kroutícího momentu	
4. Setrvačník s hřídelem	
5. Pevné spojení části členu	
6. Přestavitelné pevné spojení	
Členy pákových mechanismů Binární člen klika, vahadlo, ojnice	
Výstředník (excentr)	
Smýkadlo (úhel β může být libovolný)	
Kulisa	

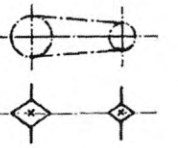
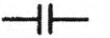
Název	Značka
Ternární člen (šrafování je možno vynechat)	
Vícenásobný člen	Značka se vytvoří jako pro binární nebo ternární člen
8. Maltézský mechanismus s vnějším záběrem s vnitřním záběrem	
9. Rohatkový mechanismus se západkou s vnějším ozubením s vnitřním ozubením s hřebovým ozubením	
10. Pružiny	Značky podle ČSN EN ISO 2162-1 (01 3210)
11. Ozubený mechanismus 11.1 Ozubené kolo bez určení druhu ozubení čelní kuželové pružené	

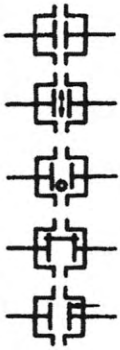
Název	Značka
11.2 Ozubené kolo s určením druhu zubů válcové – čelní kola s přímými zuby s šikmými zuby s šípovými zuby kuželové s přímými zuby se spirálovými zuby s kruhovými zuby	
11.3 Ozubený převod s válcovými čelními koly s nekruhovými koly kuželový hypoidní šnekový s válcovým šnekem šnekový globoidní šroubový	

Název	Značka
11.4 Hřebenový převod Kolo je dovoleno kreslit tenkou čerchovanou čarou	
11.5 Převod s ozubenou výsečí	
12. Třecí mechanismus 12.1 Třecí kolo válcové kuželové křivkové disk čelního převodu pružené	
12.2 Třecí převod s válcovými koly s kuželovými koly nestavitelný s kuželovými koly stavitelný s kuželovými koly, vloženými členy s lícním talířovým kolem	

Název	Značka
s lícním talířovým kolem, stavitelný	
s hyperbolickými koly	
s křivkovými koly, stavitelný	
13. Vačka	
13.1 Rovinná rotující vačka	
rovinná rotující drážková	
rovinná, pohybující se přímočaře	
pevné spojení vačky s vahadlem	
prostorová, rotující, válcová	
prostorová, rotující, kuželová	
prostorová, rotující, globoidní	

Název	Značka
13.2 Zdvihátko bodové křivkové	
křivkové	
kladkové	
ploché	
14. Řemenové a řetězové převody	
14.1 Převod řemenem bez udání druhu převodu	
kruhovým	
klínovým	
ozubeným	
plochým	
14.2 Stupňovitá řemenice s hřídelem	

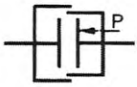
Název	Značka
14.3 Řetězový převod, všeobecně, bez udání druhu	
článkový řetěz, svařovaný	
válečkový nebo pouzdrový řetěz	
ozubený řetěz	
Značky pro spojky	
1. Spojka. Obecné označení bez udání druhu	
2. Stálá (nevypínací) spojka Obecné označení Pevná Vyrovnávací Pružná	
3. Ovládané Obecné označení Třecí (synchronní) jednostranná oboustranná Zubová jednostranná Hydraulická Elektrická	

Název	Značka
4. Samočinná spojka Obecné označení Odstředivá třecí spojka Volnoběžná spojka Pojistná spojka s porušitelným členem prokluzovací, vysmekávací	
5. Brzda obecné označení bez udání druhu brzdy	

Poznámka: Pokud je nutné uvést u spojek a brzd druh ovládání, lze užít následující označení:

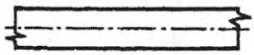
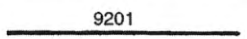
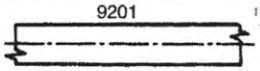
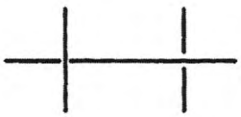
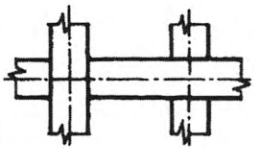
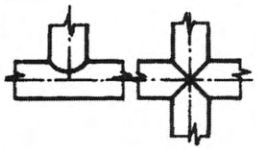
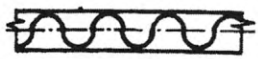
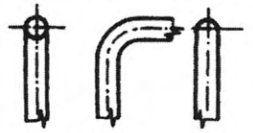
M – mechanické
H – hydraulické
P – pneumatické
E – elektrické

Příklad: Jednostranná třecí spojka s pneumatickým ovládáním.

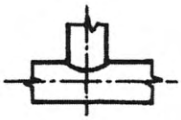
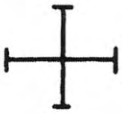
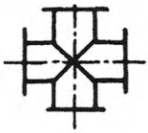
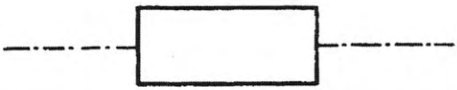


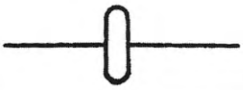
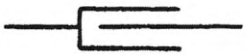
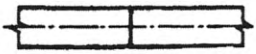
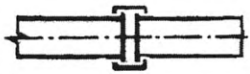
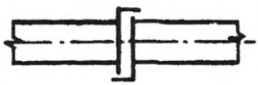
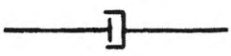
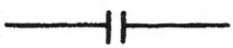
ZNAČKY PRO KRESLENÍ POTRUBÍ

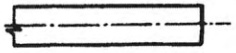
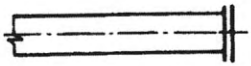
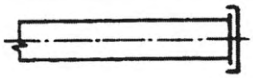
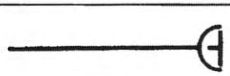
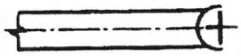
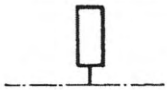
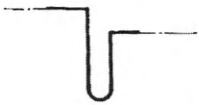
Všechny normy ČSN týkající se značek pro kreslení potrubí byly zrušeny, pro orientaci a výuku uvádíme značky z původních norem (ČSN 01 3502)

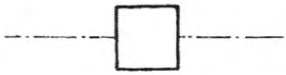
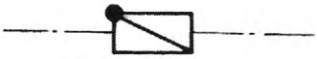
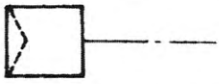
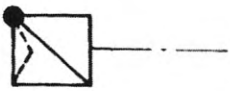
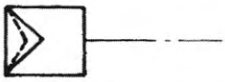
Název	Značka pro kreslení	
	jednočárové	dvoučárové
Potrubí: – obecná značka		
– s označením směru toku		
– s číslicovým označením		 [1]
– doprovodné	[2]	
– mimoběžná		
– propojená		
– pružné		
Přechod: – přímý		
– jednostranný		
Potrubní ohyby		

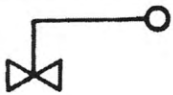
[1]) Příklad číslicového označení.
[2]) Kreslí se plnou tenkou čarou.

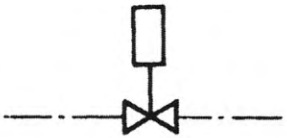
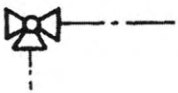
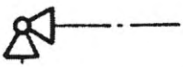
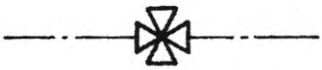
Název	Značka pro kreslení	
	jednočárové	dvoučárové
Potrubní ohyb záhybový		
Oblouk segmentový		
Tvarovka: – T		
– Y		
– křížová s přírubami		
Kompenzátor: – obecná značka		
– tvaru U		

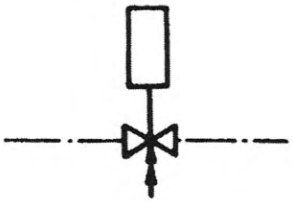
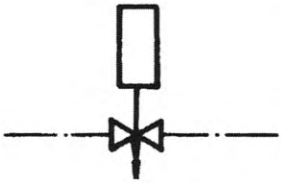
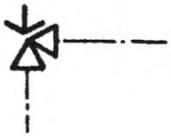
Název	Značka pro kreslení	
	jednočárové	dvoučárové
– lyrový		
– vlnový		
– pryžový		
– ucpávkový		
Potrubní spoj: – svarový		
– třmenový		
– s rychlospojkou		
– závitový		
– přírubový		
– s točivou přírubou		
– hrdlový		

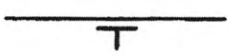
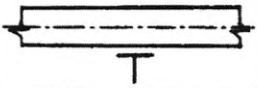
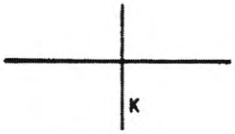
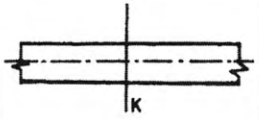
Název	Značka pro kreslení	
	jednočárové	dvoučárové
– se záslepkou		
– se clonou		
Konec potrubí: – obecná značka		
– přírubového		
– závitového		
– hrdlového		
Nálevka vypouštěcí		
Odtok z potrubí obecně		
Vzdušník (větrník)		Podle skutečnosti
Sifon		

Název	Značka pro kreslení	
	jednočárové	dvoučárové
Potrubní součást obecně		
Armatury – základní značky: Ventil		
Šoupátko		
Kohout		
Klapka obecně		
Klapka zpětná		
Klapka škrticí		
Vtokový koš		
Sací koš se zpětnou klapkou		
Sací koš se zpětným ventilem		
Odvaděč kondenzátu		
Filtr		

Název	Značka pro kreslení	
	jednočárové	dvoučárové
Lapač kalu		
Značky pro armaturu podle připojení: – přivařovací		
– přírubová		
– závitová		
– hrdlová		
Značky pro armaturu podle ovládání: – s ručním kolem		
– s řetězovým kolem		
– s pákou		
– se závažím		
– s plovákem		
– s pružinou		

Název	Značka pro kreslení	
	jednočárové	dvoučárové
– se servomotorem		
Značky pro armaturu podle proudění: – přímá		
– trojcestná		
Kohout trojcestný		
Kohout nárožní		
Značky pro armaturu podle funkce: Armatura čtyřcestná		
Ventil zpětný		
Ventil regulační		
Šoupě regulační		
Regulátor – Ventil redukční		

Název	Značka pro kreslení	
	jednočárové	dvoučárové
Armatura se servomotorem rychlouzavírací		
Armatura se servomotorem rychlootevírací		
Pojistné armatury: Pojistný ventil obecně		
Pojistný ventil rohový		
Ventil odvzdušňovací		
Ventil zavzdušňovací		
Pojistné zařízení s membránou nebo jinou pojistnou součástí		
Pojistný ventil přepouštěcí		

Název	Značka pro kreslení	
	jednočárové	dvoučárové
Značky pro uložení potrubí: – pevné obecně		
– nepevné obecně		
Podpůrná konstrukce obecně		

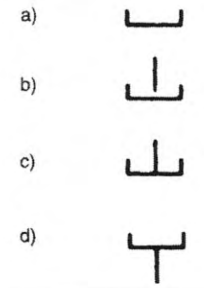
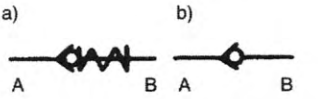
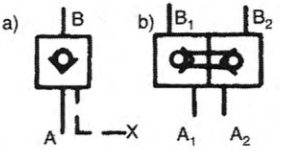
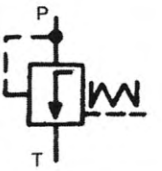
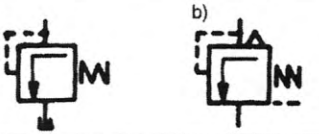
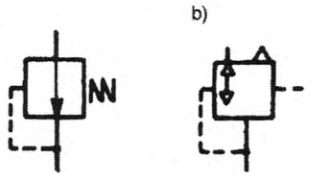
Písmené označení potrubního uložení

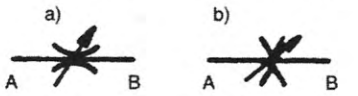
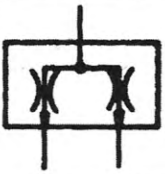
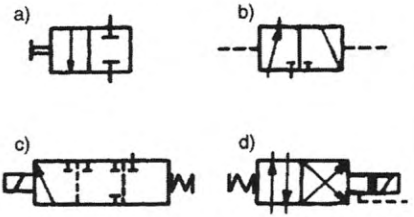
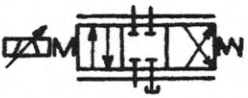
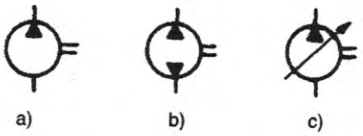
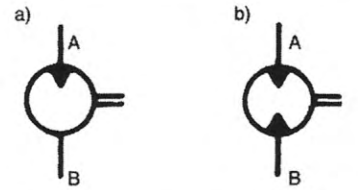
Uložení	pevné	posuvné	závěs	speciální
Označení	P	L	Z	S

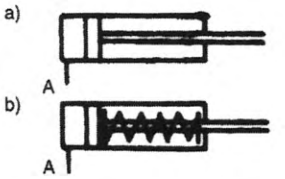
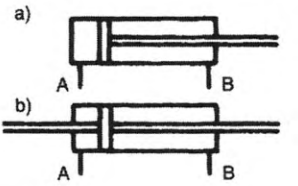
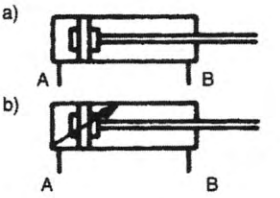
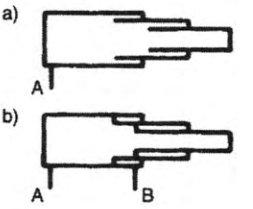
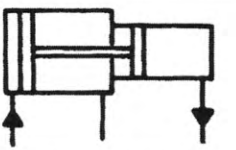
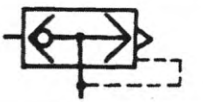
ZNAČKY PRO KRESLENÍ HYDRAULICKÝCH A PNEUMATICKÝCH SCHÉMAT

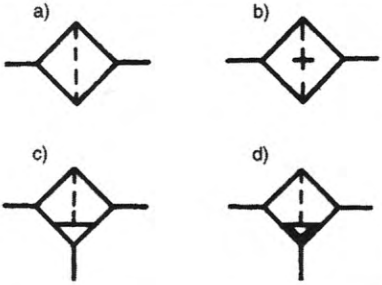
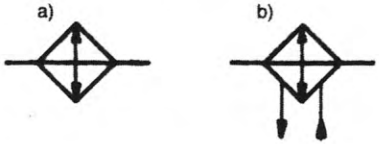
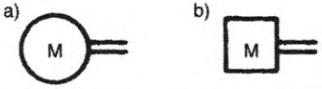
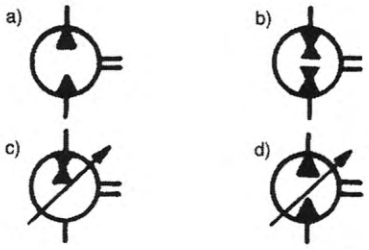
Norma zrušena (ČSN 01 3624)
Informativní údaje pro výuku

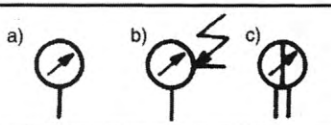
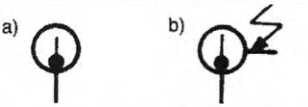
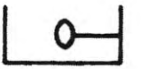
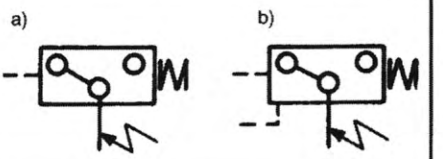
Název	Značka
Vedení tekutiny a) hlavní, zpětné, vstupní b) řídicí c) svodové, odvzdušňovací	a) b) c)
Spoj a) teleskopický b) kloubový jednoho vedení c) kloubový několika vedení d) hadice	a) b) c) d)
Rychlospojka a) spojená b) rozpojená	a) b)
Vedení a) křížení nepropojených vedení b) spojení několika vedení	a) b)
Místo připojení a) v nezapojeném stavu (uzavřeno) b) v zapojeném stavu	a) b)

Název	Značka
Nádrž a) otevřená b) otevřená s odpadním vedením nad hladinou kapaliny c) otevřená s odpadním vedením pod hladinou kapaliny d) otevřená s vedením pro odtok kapaliny z nádrže	
Jednosměrný ventil a) s pružinou b) bez pružiny	
Logické prvky a) jednostranný zámek ovládaný hydraulicky nebo pneumaticky b) dvoustranný hydraulický zámek A – vstupní vedení, B – výstupní vedení, X – řídicí vedení	
Ventil pro rozdíl řídicího tlaku P – vstupní vedení, T – zpětné vedení	
Pojistný ventil s dálkovým ovládáním a) hydraulický b) pneumatický	
Redukční ventil a) přímo řízený b) s dálkovým ovládáním	

Název	Značka
Ventil pro řízení proudu s proměnným odporem a) citlivý ke změnám viskozity b) necitlivý ke změnám viskozity	
Dělič proudu	
Rozváděč a) 2/2 s ručním ovládáním b) 3/2 ovládaný v obou směrech zvýšením tlaku c) 3/2 ovládaný elektromagnetem a pružinou se zakresleným přechodovým stavem d) 4/2 ovládaný pomocným rozváděčem s elektromagnetem	 První číslice značí počet připojení, druhá počet stabilních stavů
Jednosměrný proporcionální ventil	
Hydrogenerátor a) jednosměrný neregulační b) obousměrný neregulační c) jednosměrný regulační	
Záporný ventil	
Motor a) jednosměrný neregulační b) obousměrný neregulační A – vstupní (výstupní) vedení, B – výstupní (vstupní) vedení	

Název	Značka
Přímočarý motor a) jednočinný b) jednočinný s pružinou k dosažení zpětného chodu A — vstupní a výstupní vedení	
Dvojčinný přímočarý motor a) s jednostrannou pístnicí b) s průběžnou pístnicí A — vstupní (výstupní) vedení, B — výstupní (vstupní) vedení	
Dvojčinný přímočarý motor a) s oboustranným konstantním brzděním v krajní poloze b) s měnitelným oboustranným brzděním v krajní poloze	
Přímočarý teleskopický motor a) jednostranný b) dvojčinný jednostranný	
Měnič tlaku (multiplikátor) s jedním druhem tekutiny	
Odvzdušňovací ventil	

Název	Značka
Filtr a) plnoprůtočný b) s částečným průtokem c) s ručním čištěním d) s automatickým čištěním	
Chladič a) bez označení potrubí pro přívod chladicí látky b) s označením přívodu chladicí látky	
Ohřívač	
Hydraulický akumulátor A – vstupní (výstupní) vedení	
Měnič energie a) elektromotor b) spalovací motor	
Generátor – motor a) neregulační jednosměrný b) neregulační obousměrný c) regulační s reverzí proudu kapaliny d) regulační jednosměrný	

Název	Značka
Prostředky pro měření tlaku a) manometr b) kontaktní manometr c) diferenciální manometr	
Přístroj na měření teploty a) teploměr b) elektrokontaktní teploměr	
Průtokoměr integrální	
Ukazatel hladiny	
Tlakové relé a) bez odvádění svodového proudu b) s odváděním svodového proudu	

MATERIÁLY

DEFINICE A ROZDĚLENÍ OCELÍ

Výběr z ČSN EN ISO 10020 (42 0002)
Účinnost od 1. 7. 2001

1 Předmět normy

Tato evropská norma definuje termín „ocel" (viz kap. 2) a dělí jakosti oceli takto:
– na oceli nelegované, korozivzdorné a ostatní legované oceli (viz kap. 3) podle chemického složení;
– na hlavní třídy jakosti oceli (viz kap. 4), tj. oceli nelegované, korozivzdorné a další legované oceli definované jejich základními vlastnostmi nebo účelem použití.

2 Termíny a definice

Pro tuto evropskou normu platí následující termín a definice.

2.1 Ocel

Ocel je materiál, jehož hmotnostní podíl železa je větší než kteréhokoliv jiného prvku, obsah uhlíku je všeobecně menší než 2 % a obsahuje další prvky. Omezený počet chromových ocelí může obsahovat více než 2 % uhlíku, ale 2 % je obvyklá mezní hranice mezi ocelí a litinou.

3 Rozdělení ocelí podle chemického složení

3.1 Určující obsahy legujících prvků

V evropských normách platí rozdělení uvedené v normě na výrobek nebo v technických dodacích podmínkách a provádí se bez ohledu na to, která ocel je skutečně vyrobena za předpokladu, že chemické složení odpovídá požadavkům příslušných norem.

3.1.1 Rozdělení se provádí podle předepsaného rozboru tavby a je určeno předepsanou minimální hodnotou pro každý prvek podle normy na výrobek nebo podle technických dodacích podmínek.

3.1.2 Pokud v normě na výrobek nebo v technických dodacích podmínkách jsou předepsány pouze nejvyšší hodnoty obsahu jednotlivých prvků v rozboru tavby, používá se pro klasifikaci 70 % těchto nejvyšších hodnot uvedených v tabulkách 1 a 2, s výjimkou manganu. Pro mangan platí poznámka [3] v tabulce 1.

3.1.3 Pokud je v normě na výrobek nebo v technických dodacích podmínkách předepsáno chemické složení hotového výrobku, stanoví se rozbor tavby výpočtem z dovolených úchylek chemického složení jednotlivých prvků rozboru tavby nebo podle odpovídajících evropských norem nebo EURONORM.

3.1.4 Pokud neexistuje norma na výrobek, technické dodací podmínky nebo přesně stanovené chemické složení, provádí se rozdělení ocelí podle skutečných výsledků rozboru tavby uvedené výrobcem.

3.1.5 Výsledky rozboru chemického složení hotového výrobku se mohou lišit od předepsaného chemického složení tavby v rozsahu dovolených úchylek uvedených v normě na výrobek nebo technických dodacích podmínkách (tyto úchylky nemají vliv na zatřídění oceli na nelegované a legované).
Pokud při rozboru hotového výrobku byly zjištěny hodnoty, které by ocel zařadily do jiné skupiny než předpokládané, potom je nutno příslušnost k původně předpokládané skupině zvlášť a věrohodně prokázat.

3.1.6 Výrobky s povlakem nebo plátované se rozdělují podle chemického složení základního materiálu, který byl povlečen nebo plátován.

3.1.7 Vypočítané, stanovené nebo skutečné hodnoty podle rozboru tavby každého legujícího prvku musí mít stejný počet desetinných míst jako mezní hodnoty uvedené v tabulce 1. Rozsah 0,3 % až 0,5 % uvedený v evropské mormě odpovídá rozsahu 0,30 % až 0,50 %. Obdobně obsah 2 % se hodnotí jako 2,00 %.

3.2 Definice skupin jakosti oceli

3.2.1 Nelegované oceli

Nelegované oceli jsou oceli, u nichž není dosažena žádná z mezních hodnot podle definice obsahů v kap. 3.1 a tabulce 1.

3.2.2 Korozivzdorné oceli
Korozivzdorné oceli jsou oceli s obsahem chromu minimálně 10,5 % a s obsahem uhlíku maximálně 1,2 %.

3.2.3 Ostatní legované oceli
Ostatní legované oceli jsou oceli, které neodpovídají definici pro korozivzdorné oceli a u nichž podle definice obsahu v kap. 3.1 je dosažena alespoň jedna mezní hodnota podle tabulky 1.

Tabulka 1 Mezní hodnoty pro nelegované a legované oceli (rozbor tavby)

Prvek	Mezní hodnoty Hmotnostní podíl v %
Al hliník	0,30
B bor	0,0008
Bi bismut	0,10
Co kobalt	0,30
Cr chrom	0,30
Cu měď	0,40
La lantanidy (každý)	0,10
Mn mangan	1,65[a]
Mo molybden	0,08
Nb niob	0,06
Ni nikl	0,30
Pb olovo	0,40
Se selen	0,10
Si křemík	0,60
Te telur	0,10
Ti titan	0,05
V vanad	0,10
W wolfram	0,30
Zr zirkon	0,05
jiné prvky (mimo uhlík, fosfor, síru, dusík), (každý)	0,10

[a] Pokud je pro obsah manganu uvedena pouze nejvyšší hodnota, platí jako mezní obsah 1,80 % a pravidlo 70 % (viz 3.1.2) neplatí.

4 Rozdělení ocelí podle hlavních skupin jakosti

4.1 Nelegované oceli

4.1.1 Nelegované jakostní oceli

4.1.1.1 Všeobecně
Nelegované jakostní oceli jsou oceli, pro které jsou požadovány všeobecně stanovené požadavky, např. houževnatost, velikost zrna a/nebo tvářitelnost.

4.1.1.2 Definice
Nelegované jakostní oceli jsou nelegované oceli, které jsou jiné než uvedené v 4.1.2.2 jako nelegované ušlechtilé oceli. Nelegované oceli pro elektrotechniku jsou nelegované jakostní oceli se stanovenými požadavky na maximální hodnoty celkových ztrát nebo na minimální hodnoty magnetické indukce, polarizace nebo permeability.

4.1.2 Nelegované ušlechtilé oceli

4.1.2.1 Všeobecně
Nelegované ušlechtilé oceli jsou oceli, které mají vyšší stupeň čistoty než jakostní oceli, zejména s ohledem na obsah nekovových vměstků. Jsou většinou určeny pro zušlechťování nebo povrchové kalení a vyznačují se tím, že rovnoměrněji reagují na toto zpracování. Přesným řízením chemického složení a zvláštní pečlivostí při výrobě

a kontrole zajišťují zlepšené vlastnosti, které odpovídají zpřísněným požadavkům. Požadované užitné vlastnosti, které jsou všeobecně v kombinaci v úzce vymezených hranicích prvků, zahrnují vysoké nebo zúžené hodnoty meze kluzu nebo prokalitelnosti, někdy spojené s vhodností k tváření za studena a svařitelností, nebo houževnatostí.

4.1.2.2 Definice
Nelegované ušlechtilé oceli jsou oceli, které splňují jeden nebo více následujících požadavků:
- požadavky na minimální hodnoty nárazové práce v zušlechtěném stavu;
- požadavky na hloubku zakalené vrstvy nebo povrchovou tvrdost v zakaleném, zušlechtěném nebo povrchově kaleném stavu;
- požadavky na obzvlášť nízké obsahy nekovových vměstků;
- požadavky na maximální obsahy fosforu a síry:
  - pro rozbor tavby ≤ 0,020 %;
  - pro rozbor hotového výrobku ≤ 0,025 % (např. válcovaný drát na výrobu vysoce namáhaných pružin, elektrod a drátů na kordy pneumatik);
  - požadavky na minimální hodnoty nárazové práce $KV > 27$ J při -50 °C na podélných zkušebních tělesech nebo > 16 J na příčných zkušebních tělesech[1)];
- oceli pro jaderné reaktory, které mají předepsány hodnoty následujících prvků, platné pro rozbor hotového výrobku – měď ≤ 0,10 %, kobalt ≤ 0,05 %, vanad ≤ 0,05 %;
- stanovenou elektrickou vodivost > 9 S.m/mm^2;
- precipitačně vytvrzované oceli s předepsaným minimálním obsahem uhlíku 0,25 % nebo více v rozboru tavby, s feriticko/perlitickou mikrostrukturou, které obsahují pro nelegované oceli ještě přípustné obsahy jednoho nebo více mikrolegujících prvků, jako jsou niob nebo vanad. Precipitační vytvrzování se všeobecně dosahuje řízeným ochlazování z tvářecí teploty;
- oceli pro předpínací výztuž do betonu.

4.2 Korozivzdorné oceli
Korozivzdorné oceli jsou oceli definované chemickým složením podle 3.2.2. Rozlišují se podle těchto kritérií:
- podle obsahu niklu na:
  - oceli s obsahem niklu nižším než 2,5 %;
  - oceli s obsahem niklu 2,5 % nebo vyšším.
- podle základních vlastností na:
  - korozivzdorné oceli;
  - žáruvzdorné oceli;
  - žáropevné oceli.

4.3 Ostatní legované oceli

4.3.1 Legované jakostní oceli

4.3.1.1 Všeobecně
Legované jakostní oceli jsou oceli, na které jsou stanoveny požadavky, např. na houževnatost, velikost zrna a/nebo tvářitelnost.
Legované jakostní oceli nejsou všeobecně určeny pro zušlechťování a povrchové kalení.

4.3.1.2 Definice
Legované jakostní oceli jsou uvedeny v 4.3.1.2.1 až 4.3.1.2.5.

4.3.1.2.1 Svařitelné jemnozrnné konstrukční oceli, včetně ocelí pro tlakové nádoby a zařízení a trubky, kromě ocelí uvedených v 4.3.1.2.3, které splňují tyto podmínky:
- stanovená minimální mez kluzu < 380 N/mm^2 pro tloušťky ≤ 16 mm;
- obsahy legujících prvků definované v 3.1 jsou menší než mezní hodnoty uvedené v tabulce 2;
- požadavky na minimální hodnoty nárazové práce $KV \leq 27$ J při -50 °C na podélných zkušebních tělesech nebo ≤ 16 J na příčných zkušebních tělesech.[1)]

4.3.1.2.2 Legované oceli na kolejnice, štětovnice a důlní výztuže

4.3.1.2.3 Legované oceli na ploché výrobky válcované za tepla nebo za studena pro náročné použití tvářením za studena[2] jsou oceli obsahující prvky, které zjemňují zrno, jako jsou bór, niob, titan, vanad a/nebo zirkon nebo dvoufázové oceli[3].

4.3.1.2.4 Oceli legované, u nichž je měď jediným legujícím prvkem

4.3.1.2.5 Legované oceli pro elektrotechniku jsou oceli legované zejména křemíkem nebo křemíkem a hliníkem. Tyto oceli musí vyhovět požadavkům na maximální celkové ztráty při přemagnetování nebo na minimální hodnoty magnetické indukce, polarizace nebo permeability.

Tabulka 2 Svařitelné jemnozrnné konstrukční legované oceli
Mezní hodnoty chemického složení ocelí jakostních a ušlechtilých

Prvek	Mezní hodnoty Hmotnostní podíl v %
Cr chrom	0,50
Cu měď	0,50
Mn mangan	1,80
Mo molybden	0,10
Nb niob	0,08
Ni nikl	0,50
Ti titan	0,12
V vanad	0,12
Zr zirkon	0,12

4.3.2 Legované ušlechtilé oceli

4.3.2.1 Všeobecně
Tato skupina obsahuje jiné oceli než korozivzdorné a je charakterizována přesnou kontrolou chemického složení a zvláštními výrobními a zkušebními podmínkami za účelem zlepšení vlastností, které jsou předepsány v kombinaci a uvnitř úzce vymezeného rozmezí.

4.3.2.2 Definice
Legované ušlechtilé oceli jsou ostatní legované oceli, které nejsou uvedeny v 4.3.1 jako legované jakostní oceli. Legované ušlechtilé oceli zahrnují legované konstrukční oceli, legované oceli pro tlakové nádoby a zařízení, oceli pro valivá ložiska, nástrojové oceli, rychlořezné oceli a oceli se zvláštními fyzikálními vlastnostmi, jako jsou feritické niklové oceli s kontrolovaným koeficientem roztažnosti, nebo oceli se zvláštním elektrickým odporem.

ČÍSELNÉ OZNAČOVÁNÍ A ROZDĚLENÍ OCELÍ KE TVÁŘENÍ

Číselné označování a rozdělení ocelí bylo přizpůsobeno evropským normám. Původní norma ČSN 42 0002 byla zcela přepracována a nahrazena normou ČSN EN 10020 s účinností od 1. 7. 1994, která obsahuje definice a rozdělení ocelí. Rozdělení ocelí podle této evropské normy je pro oceli nelegované a pro oceli legované uvedeno v následujících tabulkách. Systém označování ocelí je uveden v normách ČSN EN 10027-1 (ČSN 42 0011) a ČSN EN 10027-2 ČSN 42 0012). Pro styk se zahraničními partnery je nutné **důsledně** používat značení podle evropských norem. Mezi tuzemskými podniky je povoleno používat označení ocelí podle původní normy (tedy ČSN 42 0002).

Poznámka: V České republice je dosud zpracován převod označování z ČSN 42 0002 na ČSN EN 10020 pouze u ocelí korozivzdorných!

Skupiny nelegovaných ocelí (příklady)

Hlavní charakteristiky	Přídavné charakteristiky	Hlavní skupiny jakosti		
		B Oceli obvyklých jakostí	Q Nelegované jakostní oceli	S Nelegované ušlechtilé oceli
		příklady		
R_e, max., R_m, max. nebo HB max. (měkké nelegované oceli)		oceli pro ploché výrobky, které přicházejí v úvahu v podstatě jen pro ohýbání zastudena (obvyklé jakosti): druh FeP 10 dle EU 111 a druhy P 01 dle EU 130, 142, 153 a 154	oceli pro ploché výrobky k tažení (jakosti k tažení a hlubokému tažení): jiné druhy EU 111, 130, 139, 142, 153 a 154 než uvedené v poli B1	
R_e, min. nebo R_m, min.	oceli pro ocelové konstrukce včetně ocelí pro tlakové nádoby	oceli skupiny jakostí 0, 2 nebo B podle EU 25	a) oceli s Pmax a Smax < 0,045 %, pokud nejsou zahrnuty pod sloupcem S, např. — oceli skupiny jakostí C podle EU 25, — druhy FeE 235 až včetně FeE 355 svařitelných jemnozrnných konstr. ocelí podle EU 113 ve všech skupinách jakosti, — oceli pro stavbu plavidel podle EU 156, — v tavenině pozinkované ploché výrobky podle EU 147, — oceli pro svařované plynové láhve podle EU 120, — nelegované žáropevné oceli pro ploché výrobky podle EU 28 b) oceli se zvláštními požadavky na tvárnost, např. jakosti pro profilování zastudena (KP-), ohraňování (KQ-) a tažení (KZ-) podle EU 25 c) nelegované oceli s předepsanými minimálními obsahy mědi	a) oceli s minimálními hodnotami nad 27 J nárazové práce při zkoušce rázem v ohybu KV podél při −50 °C b) určité oceli pro jaderné reaktory

(pokračování)

Hlavní charakteristiky	Přídavné charakteristiky	Hlavní skupiny jakosti		
		B Oceli obvyklých jakostí	Q Nelegované jakostní oceli	S Nelegované ušlechtilé oceli
		příklady		
	oceli pro výztuž do betonu		d) oceli pro výztuž do betonu podle EU 80	c) oceli pro předpínací výztuž do betonu podle EU 138
	oceli na kolejnice		e) oceli podle ISO 5003	
obsah uhlíku	automatové oceli		všechny oceli podle EU 87	
	oceli k tažení	ocel 1 CD 9 podle EU 16	všechny oceli skupiny jakosti 2 podle EU 16	všechny oceli skupiny jakosti 3 podle EU 16
	oceli k pěchování zastudena		oceli podle EU 119, část 2, neurčené pro tepelné zpracování	nelegované oceli k cementování podle EU 119, část 3 nelegované oceli k zušlechťování podle EU 119, část 4
	oceli k cementování [1])			všechny nelegované oceli EU 84
	oceli k zušlechťování [1]), [2])		nelegované oceli skupiny jakosti 1 podle EU 83	nelegované oceli skupin jakostí 2 a 3 podle EU 83
	pružinové oceli		nelegované oceli skupiny jakosti 1 podle EU 132	nelegované oceli skupin jakostí 2 a 3 podle EU 132
	nástrojové oceli			nelegované oceli podle EU 96
požadavky na magnetické nebo elektrické vlastnosti			a) oceli s požadavky týkajícími se nejvyšších přípustných ztrát při přemagnetování nebo minimálních hodnot magnetické indukce, polarizace nebo permeability (viz EU 126)	
			b) oceli s minimálními hodnotami elektrické vodivosti $\leqq 9$ S m/mm^2	oceli s minimálními hodnotami elektrické vodivosti >9 S m/mm^2

(dokončení)

Hlavní charakteristiky	Přídavné charakteristiky	Hlavní skupiny jakosti		
		B Oceli obvyklých jakostí	Q Nelegované jakostní oceli	S Nelegované ušlechtilé oceli
		příklady		
použití	pro účely balení		a) oceli pro nejtenčí plechy, pocínované plechy nebo speciálně pochromované nejtenčí plechy (viz EU 145, 146, 158, 170, 171, 172, 173)	
	přídavné svařovací materiály		b) oceli pro přídavné materiály nebo elektrody pro obloukové svařování s Pmax a Smax > 0,020 % podle EU 133	oceli pro přídavné materiály nebo elektrody pro obloukové svařování Pmax, Smax $\leqq$ 0,020 % podle EU 133

[1]) Viz také „oceli k pěchování zastudena".

[2]) Viz také řádky „oceli k pěchování zastudena", „pružinové oceli" a „nástrojové oceli".

[3]) Současná vydání EURONOREM 83, 84, 119 část 3 a 4 neobsahují z důvodu dosud neexistující harmonizace národních norem pro zjišťování mikroskopického stupně čistoty ocelí ještě žádné omezení obsahů nekovových vměstků. Přesto jsou oceli těchto norem vyjmenované ve sloupci S od nepaměti vyráběny podle výrobních postupů běžných pro ušlechtilé oceli, aby bylo dosaženo odpovídajícího stupně čistoty.

Skupiny legovaných ocelí (příklady)[1], [2])

	Hlavní skupiny jakosti								
	Jakostní oceli		Ušlechtilé oceli						
	Rozdělení podle charakteristik hlavních vlastností a hlavního účelu použití (= skupiny hlavních charakteristik)								
	oceli pro ocelové konstrukce	ostatní	oceli pro ocelové konstrukce (EU 113, 155)	oceli na strojní součásti (EU 83, 84, 85 86, 89, 119)	korozivzdorné oceli (včetně žárovzdorných a žáropevných ocelí) (EU 88, 90, 95)		nástrojové oceli (EU 96)	oceli na valivá ložiska (EU 94)	oceli se zvláštními fyzikálními vlastnostmi
korozivzdorné oceli					Ni < 2,5 %[3])	Cr 411/421	Cr 511	Cr	
						CrNi(x) 412/422	CrNi(x) 512		
						CrMo(x) 413/423 CrCo(x)	CrMo(x) 513	CrMo(x)	
						CrAl(x) 414/424 CrSi(x)			
						ostatní 415/425	ostatní 516		
					Ni ≧ 2,5 %[4])	CrNi 431			62a
						CrNiMo 432			
						CrNiTi 433 nebo CrNiNb			
						CrNiMoTi 434 nebo CrNiMoNb			
						+V, W, Co 435			
						CrNiSi 436			
						ostatní 437		61	nemagnetické oceli

(pokračování)

	Hlavní skupiny jakosti							
	Jakostní oceli		Ušlechtilé oceli					
	Rozdělení podle charakteristik hlavních vlastností a hlavního účelu použití (= skupiny hlavních charakteristik)							
	oceli pro ocelové konstrukce	ostatní	oceli pro ocelové konstrukce (EU 113, 155)	oceli na strojní součásti (EU 83, 84, 85, 85, 86, 89, 119)	korozivzdorné oceli (včetně žárovzdorných a žáropevných ocelí) (EU 88, 90, 95)	nástrojové oceli (EU 96)	oceli na valivá ložiska (EU 94)	oceli se zvláštními fyzikálními vlastnostmi
rychlořezné oceli						Mo-(W)-V-Co Mo-(W)-V 521	61 80 MoCrV 40 16	
						W-(Mo)-V-Co W-(Mo)-V 522	X 80 WMoCrV 6 5 4 X 75 WCrV 18 4 1	
ostatní legované oceli	(11) svařitelné jemnozrnné konstrukč. oceli	15 oceli se zvláštními magnetickými vlastnostmi	(21) svařitelné jemnozrnné konstrukč. oceli	Mn(x) 31	X 40 CrAl 7	Cr(x) 511		62c oceli se zvláštními magnetickými vlastnostmi
				Cr(x) 32	X 45 CrSi 8	Ni(x) 512 CrNi(x)		
				CrMo(x) 33	X 40 CrSiMo 10			
	12 oceli legované pouze mědí	(13) legované oceli na kolejnice, štětovnice a důlní výztuže	22 oceli odolné atmosférické korozi legované nejen mědí	CrNiMo(x) 34 NiCrMo(x)		Mo(x) 513 CrMo(x)		
				Ni(x) 35		V(x) 514 CrV(x)		
				ostatní Mo(x) 36 Si(x), atd.		W(x) 515 CrW(x)	1 C-1,5 Cr	
				B		ostatní 516	oceli k cementování	

(dokončení)

	Hlavní skupiny jakosti							
	Jakostní oceli		Ušlechtilé oceli					
	Rozdělení podle charakteristik hlavních vlastností a hlavního účelu použití (= skupiny hlavních charakteristik)							
	oceli pro ocelové konstrukce	ostatní	oceli pro ocelové konstrukce (EU 113, 155)	oceli na strojní součásti (EU 83, 84, 85, 86, 89, 119)	korozivzdorné oceli (včetně žárovzdorných a žáropevných ocelí) (EU 88, 90, 95)	nástrojové oceli (EU 96)	oceli na valivá ložiska (EU 94)	oceli se zvláštními fyzikálními vlastnostmi
ostatní legované oceli		oceli na ploché výrobky pro značné přetvárné práce zastudena 16						62c oceli se zvláštními vlastnostmi
								62b oceli se zvláštními součiniteli tepelné roztažnosti

[1]) Pokud vymezení pojmů ve zmíněných ISO-normách a v této EN-normě v příslušném poli uvedené skupiny oceli nesouhlasí, jsou čísla polí uvedena v závorkách.

[2]) Znak (x) znamená, že v příslušné skupině ocelí jsou zařazeny také oceli, které dodatečně vedle uvedených legujících prvků obsahují ještě další a pro něž se žádná skupina nepředpokládá.

[3]) Tato skupina obsahuje feritické a martenzitické korozivzdorné oceli.

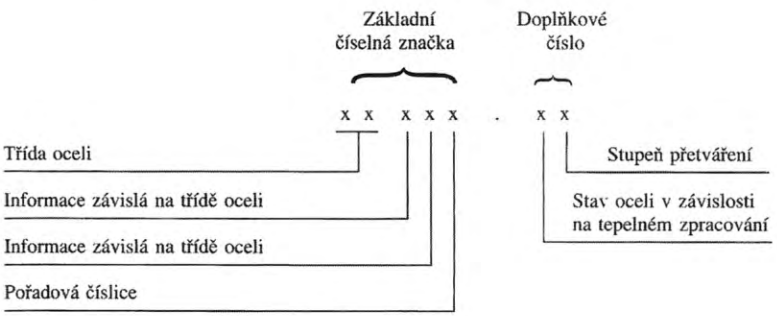
[4]) Tato skupina obsahuje téměř výlučně austenitické oceli.

ČÍSELNÉ OZNAČOVÁNÍ A ROZDĚLENÍ OCELÍ KE TVÁŘENÍ

Výběr z ČSN 42 0002
Účinnost od 1. 7. 1978

Oceli ke tváření se označují číselně a toto označení se skládá ze **základní číselné značky** a **doplňkového čísla** odděleného tečkou.

Schéma číselného označení



Základní číselná značka je **pětimístné číslo**, označující základní materiál.

První číslice v základní značce je 1 a označuje tvářenou ocel.

Druhá číslice ve spojení s první označuje třídu oceli (tab. 2).

Třetí a **čtvrtá číslice** mají různý význam podle třídy oceli.

Doplňkové číslo má **jednu** nebo **dvě doplňkové číslice**, jejichž význam je v tab. 3.

Podle **stupně legování**, daného součtem středních obsahů legovacích prvků, se oceli rozdělují takto:

nelegované (uhlíkové) s tímto max. obsahem prvků (%): 0,9 Mn, 0,5 Si, 0,3 Cr, 0,5 Ni, 0,3 Cu, 0,2 W, 0,2 Co, ostatní, tj. Mo, V, Ti, Al, Nb, Zr a Pb jednotlivě 0,1,

legované – střední obsah kteréhokoliv z uvedených prvků vyšší než uvedené hodnoty.

Podle **středního** nebo **maximálního obsahu uhlíku** se nelegované oceli rozdělují podle tab. 1.

Tab. 1

Ocel	Obsah C (%)
nízkouhlíková	do 0,25
středněuhlíková	od 0,25 do 0,60
vysokouhlíková	nad 0,60

Tab. 2. **Rozdělení ocelí do tříd** – význam prvního dvojčíslí

Třída oceli	Oceli podle			Charakteristika ocelí
	použití	stupně legování		
10	konstrukční	nelegované		předepsané hodnoty mechanických vlastností, chemické složení není předepsáno
11				předepsané hodnoty mechanických vlastností a obsah C, P, S popř. (P + S) a dalších prvků
12				předepsaný obsah C, Mn, Si, P, popř. (P + S) i dalších prvků
13		legované	nízkolegované	legovací prvky: Mn, Si, Mn – Si, Mn – V
14				legovací prvky: Cr, Cr – Al, Cr – Mn, Cr – Si, Cr – Mn – Si
15				legovací prvky: Mo, Mn – Mo, Cr – Mo, Cr – V, Cr – W, Mn – Cr – V, Cr – Mo – V, Cr – Si – Mo – V, Cr – Mo – V – W
16			nízkolegované a středně legované	legovací prvky: Ni, Cr – Ni, Ni – V, Cr – Ni – Mn, Cr – Ni – V, Cr – Ni – W, Cr – Ni – Mo, Cr – V – W, Cr – Ni – V – W
17			středně legované a vysokolegované	legovací prvky: Cr, Ni, Cr – Ni, Cr – Mo, Cr – V, Cr – Al, Cr – Ni – Mo, Cr – Ni – Ti, Cr – Mo – V, Mn – Cr – Ni, Mn – Cr – Ti, Mn – Cr – V, Cr – Ni – Mo – V, Cr – Ni – Mo – W, Cr – Ni – Mo – Ti, Cr – Ni – V – W, Cr – Ni – W – Ti atd.
19	nástrojové	nelegované		předepsaný obsah C, Mn, Si, P, S
		legované (nízko, středně, vysoko)		legovací prvky: Cr, V, Cr – Ni, Cr – Mo, Cr – Si, Cr – V, Cr – W, Cr – Al, Cr – Ni – W, Cr – Si – V, Cr – Mo – V, Cr – V – W, Cr – Ni – Mo – V, Cr – V – W – Co, Cr – Ni – Mo – W, Cr – Ni – V – W atd.

Tab. 3. **Význam doplňkových číslic**

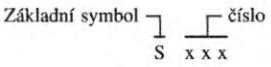
První doplňková číslice[1])	Stav oceli (druh tepelného zpracování)	Druhá doplňková číslice[2])	Stupeň přetváření		
			pásy válcované zastudena	plechy válcované	
				zatepla	zastudena
1 × × × ×.0	tepelně nezpracovaný	1 × × × ×. × 0	dále nepřeválcováno	dále nepře-válcováno	
1 × × × ×.1	normalizačně žíhaný	1 × × × ×. × 1	lehce převálcováno	lehce převálcováno	
1 × × × ×.2	žíhaný (s uvedením způsobu žíhání)	1 × × × ×. × 2	1/4 tvrdý		
1 × × × ×.3	žíhaný na měkko	1 × × × ×. × 3	1/2 tvrdý		
1 × × × ×.4	kalený nebo kalený a popouštěný při nízkých teplotách, po rozpouštěcím žíhání (jen u austenitických ocelí)	1 × × × ×. × 4	3/4 tvrdý		
		1 × × × ×. × 5	4/4 tvrdý		
1 × × × ×.5	normalizačně žíhaný a popouštěný	1 × × × ×. × 6	5/4 tvrdý		
1 × × × ×.6	zušlechtěný na dolní pevnost obvyklou u příslušné oceli	1 × × × ×. × 7	netvoří se při něm čtyřlístky (pásy jsou zpracovány se zřetelem na omezení anizotropie mechanických vlastností materiálů — omezení tvorby cípů): mechanické vlastnosti jako u měkce žíhaného materiálu		
1 × × × ×.7	zušlechtěný na střední pevnost obvyklou u příslušné oceli				
1 × × × ×.8	zušlechtěný na horní tvrdost obvyklou u příslušné oceli	1 × × × ×. × 8	zpracováno podle zvláštního předpisu		
1 × × × ×.9	stavy, které nelze označit číslicemi 0 až 8	1 × × × ×. × 9	zpracováno podle dohodnutého předpisu		

[1]) První doplňková číslice označuje stav oceli daný tepelným zpracováním
Druhy tepelného zpracování se uvádějí v materiálových listech kromě doplňkové číslice i slovně. Pro stav žíhaný se uvádí slovně i druh žíhání
[2]) Druhá doplňková číslice označuje stupeň přetváření válcovaných ocelových plechů a pásů

SYSTÉMY OZNAČOVÁNÍ OCELÍ

Výběr z ČSN EN 10027-1
(42 0011)
Účinnost od 1. 5. 2006

Označování oceli je složeno z písmena a čísel.



Písmena a čísla vyjadřují základní charakteristické znaky oceli, třídění:

a) Značky vytvořené na základě použití a mechanických nebo fyzikálních vlastností:
S – oceli pro ocelové konstrukce pro všeobecné použití,
P – oceli pro tlakové nádoby,
L – oceli na potrubí,
E – oceli na strojní součásti,
G – oceli na odlitky
– po písmenu (S, P, L nebo E) následuje číslo vyjadřující minimální mez kluzu v N mm^{-2} pro nejmenší tloušťku výrobku
B – oceli pro výztuž do betonu,
– následující číslo pak vyjadřuje mez kluzu N mm^{-2}
H – ploché výrobky válcované zastudena z ocelí k tažení a vyšší pevnosti,
D – ploché výrobky z měkkých ocelí pro tažení zastudena,
R – oceli na kolejnice,
– následující číslo odpovídá min. pevnosti v tahu N mm^{-2}
T – tenké a pocínované plechy a pásy; pochromované plechy a pásy,
M – plechy a pásy pro elektrotechniku.
Y – oceli pro předpínací výztuž do betonu

Poznámka: Jedná-li se o oceli na odlitky, přidá se před označení písmeno G.

b) Značky vytvořené na základě chemického složení oceli

– nelegované oceli (s výjimkou automatových) se středním obsahem manganu pod 1 %:
C + čísla odpovídající stonásobku středního obsahu uhlíku

– nelegované oceli se středním obsahem manganu $\geqq$ 1 %, nelegované automatové oceli a legované oceli (kromě rychlořezných) s obsahy jednotlivých legujících prvků pod 5 %:
číslo odpovídající stonásobku středního obsahu uhlíku + chemické symboly legujících prvků + čísla vyjadřující obsah charakteristických legujících prvků.

– legované oceli (kromě rychlořezných) s obsahem min. jednoho legujícího prvku $\geqq$ 5 %:
X + číslo odpovídající stonásobku střední hodnoty rozsahu předepsaného pro obsah uhlíku + chemické symboly legujících prvků charakterizujících ocel + čísla udávající obsahy charakteristických legujících prvků.

– rychlořezné oceli
HS + čísla udávající obsahy prvků v následujícím pořadí wolfram (W), molybden (Mo), vanad (V), kobalt (Co).

Rozdělení značek oceli

Pro potřebu označování jsou značky ocelí rozděleny do dvou hlavních skupin:
– skupina 1: oceli označované podle jejich použití a mechanických nebo fyzikálních vlastností
– skupina 2: oceli označované podle jejich chemického složení

Stavba značek ocelí

Základní symboly

Základní symboly pro označení ocelí podle jejich mechanických a fyzikálních vlastností se přidělují podle 7.3.
Základní symboly pro označení ocelí podle jejich chemického složení se přidělují podle 7.4.
Pro oceli určené na odlitky se značkám předřadí písmeno G.
Pro oceli vyrobené práškovou metalurgií se značkám předřadí písmena PM.

Přídavné symboly

Přídavné symboly jsou rozděleny na dvě skupiny, skupina 1 a skupina 2. Jestliže symboly skupiny 1 nestačí k úplnému popisu oceli, mohou být připojeny další přídavné symboly ze skupiny 2. Symboly ze skupiny 2 mohou být použity pouze společně se symboly ze skupiny 1 a připojují se za nimi.

Další přídavné symboly pro ocelové výrobky mohou následovat přídavné symboly ze skupiny 1 a skupiny 2 a musí být vybrány z tabulek A, B, a C ze str. 914 a 915. Tyto symboly jsou odděleny od předcházejících symbolů znaménkem plus (+).

Označování ocelí podle jejich použití a mechanických nebo fyzikálních vlastností

Konstrukční oceli

Základní symboly		Přídavné symboly pro ocel	Přídavné symboly pro ocelové výrobky
G	S	n n n	an.....	+an+an..... [a]

Základní symboly		Přídavné symboly					
		Pro oceli					Pro ocelové výrobky
		Skupina 1[b]				Skupina 2[c] [d]	
Písmeno	Mechanické vlastnosti	Nárazová práce v Joulech (J)			Zkuš. teplota		
		27 J	40 J	60 J	°C		
G – ocel na odlitky (pokud je požadována)	nnn – stanovená minimální mez kluzu[e] v MPa[f] pro nejmenší rozsah tloušťky výrobku	JR	KR	LR	20	C – se zvláštní tvařitelností za studena	Tabulka A, B a C
S – konstrukční ocel		J0	K0	L0	0	D – pro žárové pokovování ponorem	
		J2	K2	L2	-20	E – pro smaltování	
		J3	K3	L3	-30	F – pro kování	
		J4	K4	L4	-40	H – duté profily	
		J5	K5	L5	-50	L – pro nízké teploty	
		J6	K6	L6	-60	M – termomechanicky válcováno	
						N – normalizačně žíháno nebo normalizačně válcováno	
		A – Precipitačně vytvrzeno				P – štětovnice	
		M – Termomechanicky válcováno				Q – zušlechtěno	
		N – Normalizačně žíháno nebo normalizačně válcováno				S – pro stavbu plavidel	
		Q – Zušlechtěno				T – pro trubky	
		G – Jiné charakteristiky, následuje jedna nebo dvě číslice				W – odolné proti atmosférické korozi	
						an – chemické značky pro další stanovené prvky např. Cu, je-li to potřebné uvedou se spolu s číslem, které udává desetinásobek střední hodnoty rozsahu předepsaného pro obsah prvku (zaokrouhleno na 0,1 %)	

[a] n – číslice, a – písmeno, an – alfanumerický znak.
[b] Symboly A, M, N a Q ve skupině 1 platí pro jemnozrnné oceli.
[c] Pro rozlišení mezi dvěma druhy oceli jedné příslušné normy na výrobek, se za přídavné symboly skupiny 2 s výjimkou chemických značek, připojí jedna nebo dvě číslice.
[d] Budou-li použity z této skupiny dva symboly, musí být chemická značka na posledním místě.
[e] Pod pojmem „mez kluzu" jsou údaje v normách výrobků pro horní nebo dolní mez kluzu (R_{eH}) nebo (R_{eL}) nebo plastické prodloužení (R_p) nebo celkové prodloužení (R_t).
[f] 1 MPa = 1 N/mm².

Příklady značek ocelí pro ocelové konstrukce

Norma	Značka oceli podle EN 10027-1
EN 10025-2	S235JR S355JR S355JD S355J2 S355K2 S450JD
EN 10025-3	S355N S355NL
EN10025-4	S355M S355ML
EN 10025-5	S235JDW S235J2W S355JDWP S355J2WP S355JDW S355J2W S355K2W

Norma	Značka oceli podle EN 10027-1
EN 10025-6	S460Q S460QL S460QL1
EN 10149-2	S355MC
EN 10149-3	S355NC
EN10210-1	S355J2H
EN 10248-1	S355GP
EN 10326	S350GD S350GD+Z

Oceli pro tlakové nádoby a zařízení

Základní symboly		Přídavné symboly pro ocel	Přídavné symboly pro ocelové výrobky
G	P	n n n	an.....	+an+an..... [a]

Základní symboly		Přídavné symboly		
Písmeno	Mechanické vlastnosti	Pro oceli		Pro ocelové výrobky
		Skupina 1[b]	Skupina 2[c]	
G – ocel na odlitky (pokud je požadována) P – oceli pro tlakové nádoby a zařízení	nnn – stanovená minimální mez kluzu[d] (R_e) v MPa[d] pro nejmenší rozsah tloušťky	B – láhve na plyny M – termomechanicky válcováno N – normalizačně žíháno nebo normalizačně válcováno Q – Zušlechtěno S – jednoduché tlakové nádoby T – trubky G – jiné charakteristiky, následuje jedna nebo dvě číslice	H – vysoké teploty L – nízké teploty R – teplota místnosti X – vysoké a nízké teploty	Tabulka A, B a C

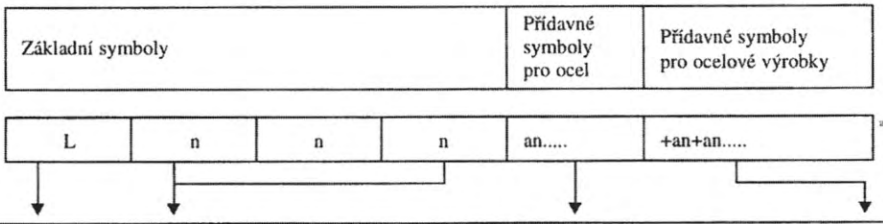
[a] n – číslice, a – písmeno, an – alfanumerický znak.
[b] Symboly M, N a Q ve skupině 1 platí pro jemnozrnné oceli.
[c] Pod pojmem „mez kluzu" jsou údaje v normách výrobků pro horní nebo dolní mez kluzu (R_{eH}) nebo (R_{eL}) nebo plastické prodloužení (R_p) nebo celkové prodloužení (R_t).
[d] 1 MPa = 1 N/mm^2.

Příklady značek ocelí pro tlakové nádoby a zařízení

Norma	Značka oceli podle EN 10027-1
EN 10028-2	P265GH
EN 10028-3	P355NH
EN 10028-5	P355M P355ML1
EN 10028-6	P355Q P355QH P355QL1

Norma	Značka oceli podle EN 10027-1
EN 10210	P265NB
EN 10207	P265S
EN 10213-2	GP240GR GP240GH

Oceli na potrubí



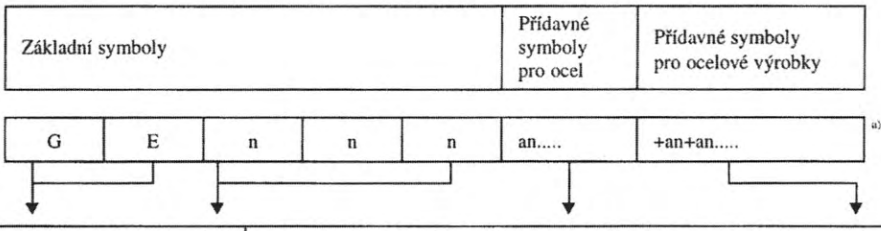
Základní symboly		Přídavné symboly		
		Pro oceli		Pro ocelové výrobky
Písmeno	Mechanické vlastnosti	Skupina 1[b]	Skupina 2[c]	
L – oceli na potrubí	nnn – stanovená minimální mez kluzu[c] (R_e) v MPa[d] pro nejmenší rozsah tloušťky	M – termomechanicky válcováno N – normalizačně žíháno nebo normalizačně válcováno Q – Zušlechtěno G – jiné charakteristiky, následuje jedna nebo dvě číslice	a – třída požadavků, následuje jedna číslice	Tabulka A, B a C

[a] n – číslice, a – písmeno, an – alfanumerický znak.
[b] Symboly M, N a Q ve skupině 1 platí pro jemnozrnné oceli.
[c] Pod pojmem „mez kluzu" jsou údaje v normách výrobků pro horní nebo dolní mez kluzu (R_{eH}) nebo (R_{eL}) nebo plastické prodloužení (R_p) nebo celkové prodloužení (R_t).
[d] 1 MPa = 1 N/mm^2.

Příklady značek ocelí pro potrubí

Norma	Značka oceli podle EN 10027-1
EN 10208-1	L360GA
EN 10208-2	L360NB L360QB L360MB

Oceli na strojní součásti



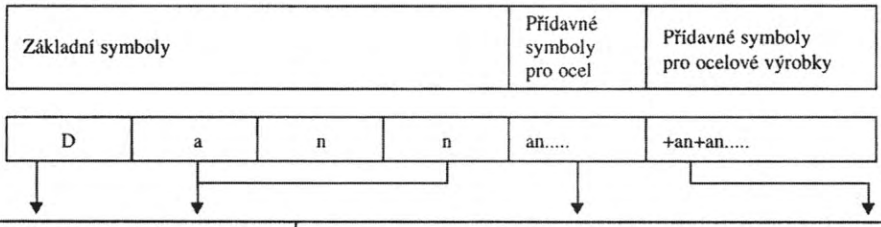
Základní symboly		Přídavné symboly		
Písmeno	Mechanické vlastnosti	Pro oceli		Pro ocelové výrobky
		Skupina 1	Skupina 2	
G – oceli na odlitky (pokud je požadována	nnn – stanovená minimální mez kluzu[b] (R_e) v MPa[c] pro nejmenší rozsah tloušťky	G – jiné charakteristiky, následuje jedna nebo dvě číslice nebo v případě kdy je stanovena nárazová práce, odpovídající pravidlům podle tabulky 1 skupina 1	C – vhodnost k tažení za studena	Tabulka C

[a] n – číslice, a – písmeno, an – alfanumerický znak.
[b] Pod pojmem „mez kluzu" jsou údaje v normách výrobků pro horní nebo dolní mez kluzu (R_{eH}) nebo (R_{eL}) nebo plastické prodloužení (R_p) nebo celkové prodloužení (R_t).
[c] 1 MPa = 1 N/mm².

Příklady značek ocelí na strojní součásti

Norma	Značka oceli podle EN 10027-1
EN 10025-2	E295 E295GC E335 E360
EN 10293	GE240
EN 10296-1	E355K2

Ploché výrobky k tváření za studena (kromě ocelí uvedených v následující tabulce



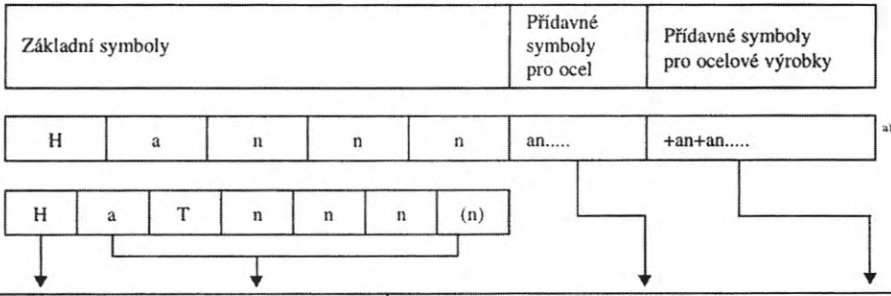
Základní symboly		Přídavné symboly		
		Pro oceli		Pro ocelové výrobky
Písmeno	Mechanické vlastnosti	Skupina 1[b]	Skupina 2[c]	
D – ploché výrobky k tváření za studena	Cnn – válcováno za studena s sledujícími dvěma symboly[c] Dnn – válcováno za tepla, určeno k bezprostřednímu tváření za studena s následujícími dvěma symboly[c] Xnn – způsob válcování není předepsán, s následujícími dvěma symboly	D – pro žárové pokovování ED – pro přímé smaltování EK – pro obvyklé smaltování H – pro duté profily T – pro trubky an – chemické značky pro další stanovené prvky např. Cu, je-li to potřebné uvedou se spolu s číslem, které udává desetinásobek střední hodnoty rozsahu předepsaného pro obsah prvku (zaokrouhleno na 0,1 %) G – jiné charakteristiky, následuje jedna nebo dvě číslice	–	Tabulka B a C

[a] n – číslice, a – písmeno, an – alfanumerický znak.
[b] Pro rozlišení mezi dvěma druhy oceli jedné příslušné normy na výrobek, se za přídavné symboly skupiny 2 s výjimkou chemických značek, připojí jedna nebo dvě číslice.
[c] Tyto symboly budou u odpovídajících ocelí charakterizovat jejich pořadí.

Příklady značek ocelí na ploché výrobky k tváření za studena

Norma	Značka oceli podle EN 10027-1
EN 10111	DD14
EN 10130	DC04
EN 10152	DC03+ZE
EN 10209	DC04EK
EN 10327	DX51D+Z

Ploché výrobky válcované za studena z oceli s vyšší mezí kluzu k tváření za studena



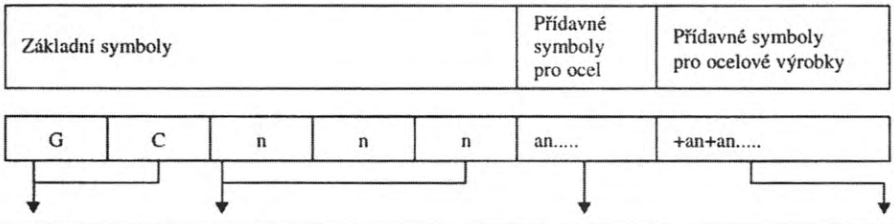
Základní symboly		Přídavné symboly		
		Pro oceli		Pro ocelové výrobky
Písmeno	Mechanické vlastnosti	Skupina 1[b]	Skupina 2[b]	
H – ploché výrobky z oceli s vyšší mezí kluzu k tváření za studena	Cnnn – válcováno za studena a stanovenou minimální mezí kluzu[c] v MPa[d] Dnnn – válcováno za tepla, určeno pro přímé tváření za studena a se stanovenou minimální mezí kluzu[c] v MPa[d] Xnnn – nepředepsaný způsob válcování s následující stanovenou mezí kluzu[c] a v MPa[d] CTnnn(n) – válcováno za studena a se stanovenou minimální pevností v tahu v MPa[d] DTnnn(n) – válcováno za tepla, určeno pro přímé tváření za studena a se stanovenou minimální pevností v tahu v MPa[d] XTnnn(n) – nepředepsané válcování se stanovenou minimální pevností v tahu v MPa[d]	B – vytvrditelné při vypalování laku (bake hardening) C – komplexní fáze I – izotropní LA – nízko legované M – termomechanicky válcováno P – legováno fosforem T – TRIP-ocel (s přeměnou indukovanou tvářením) X – dvoufázové Y – oceli bez intersticiálních prvků (IF oceli) G – jiné charakteristiky, následuje jedna nebo dvě číslice	D – pro žárové pokovování ponorem	Tabulka B

[a] n – číslice, a – písmeno, an – alfanumerický znak.
[b] Pro rozlišení mezi dvěma druhy oceli jedné příslušné normy na výrobek, se za přídavné symboly skupiny 2 s výjimkou chemických značek, připojí jedna nebo dvě číslice.
[c] Pod pojmem „mez kluzu" jsou údaje v normách výrobků pro horní nebo dolní mez kluzu (R_{eH}) nebo (R_{eL}) nebo plastické prodloužení (R_p) nebo celkové prodloužení (R_t).
[d] 1 MPa = 1 N/mm^2.

Příklady značek ocelí na ploché výrobky válcované za studena

Norma	Značka oceli podle EN 10027-1
EN 10268	HC400LA
prEN 10336	HXT450X

Nelegované oceli (kromě automatových ocelí) se středním obsahem manganu < 1 %



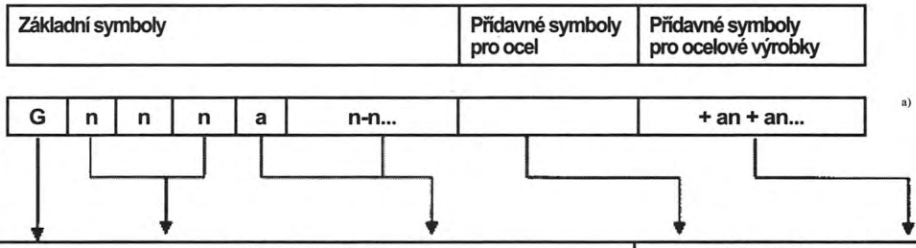
Základní symboly		Přídavné symboly		
		Pro oceli		Pro ocelové výrobky
Písmeno	Obsah uhlíku[b)]	Skupina 1[c) d)]	Skupina 2	
G – oceli na odlitky (pokud je požadována C – uhlík	nnn – stonásobek střední hodnoty rozsahu předepsaného pro obsah uhlíku; pokud rozsah uhlíku není uveden, uvede se reprezentativní hodnota (viz 4.3)	C – pro tváření za studena (pěchování a protlačování) D – pro tažení drátu E – s předepsaným maximálním obsahem síry R – s předepsaným rozsahem obsahu síry S – na pružiny U – na nástroje W – na svařovací drát G – jiné charakteristiky, následuje jedna nebo dvě číslice	an – chemické značky pro další předepsané přídavné prvky, např. Cu, jestliže je to potřebné, uvedou se spolu s číslem, které udává desetinásobek střední hodnoty rozsahu předepsaného pro obsah prvku (zaokrouhlené na 0,1 %).	Tabulka C

[a)] n – číslice, a – písmeno, an – alfanumerický znak.
[b)] Pro rozlišení dvou druhů ocelí s podobným chemickým složením může být charakteristické číslo pro obsah uhlíku zvýšeno o jednu jednotku.
[c)] Pro rozlišení mezi dvěma druhy oceli jedné příslušné normy na výrobek se za přídavné symboly skupiny 1, s výjimkou symbolů E a R, připojí jedna nebo dvě číslice.
[d)] Za symboly E a R skupiny se může připojit jedna číslice, která udává stonásobek maximálního nebo středního obsahu síry, zaokrouhleného na 0,1%.

Příklady značek nelegované ocelí s obsahem manganu < 1 %

Norma	Značka oceli podle EN 10027-1
EN 10016-2	C20D
EN 10016-3	C2D1
EN 10016-4	C20D2
EN 10083-1	C35E C35R
EN 10083-2	C35
EN 10132-4	C85S
EN 10263-2	C8C

Nelegované oceli se středním obsahem manganu ≥ 1 %, nelegované automatové oceli a legované oceli (kromě rychlořezných ocelí) se středními obsahy jednotlivých legujících prvků < 5 %



Základní symboly				Přídavné symboly		
Písmeno	Obsah uhlíku [b]	Legující prvky		Pro oceli		Pro ocelové výrobky
				Skupina 1	Skupina 2	
G = ocel na odlitky (pokud je požadována)	nnn = stonásobek střední hodnoty rozsahu předepsaného pro obsah uhlíku, pokud rozsah obsahu uhlíku není uveden, uvede se reprezentativní hodnota (viz 4.3)	a = chemické značky legujících prvků[c] charakterizujících ocel, následují n-n = čísla oddělená spojovací čárkou, která odpovídají střednímu obsahu příslušného prvku vynásobenému následujícím koeficientem		–	–	Tabulka 16 a 18
		Prvek	Koeficient			
		Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4			
		Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10			
		Ce, N, P, S	100			
		B	1000			

[a] n = číslice, a = písmeno, an = alfanumerický znak

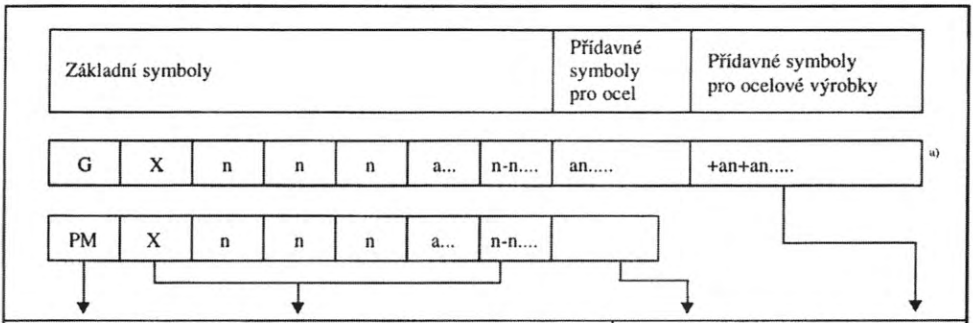
[b] Pro rozlišení dvou druhů oceli s podobným chemickým složením může být charakteristické číslo pro obsah uhlíku zvýšeno o jednu jednotku.

[c] Pořadí prvků musí být uvedeno podle hodnoty obsahu. Když je hodnota pro obsah stejná u dvou nebo více prvků, uvedou se značky v abecedním pořadí.

Příklady značek nelegované oceli s obsahem manganu ≥ 1 %

Norma	Značka oceli podle EN 10027-1
EN 10028-2	13CrMo4-5
EN 10028-4	13MnNi6-3
EN 10083-1	28Mn6
EN 10083-3	27MnCrB5-2
EN 10087	11SMnPb30

Korozivzdorné a legované oceli (kromě rychložených ocelí)
s obsahem minimálně jednoho jednoho legujícího prvku ≥ 5 %



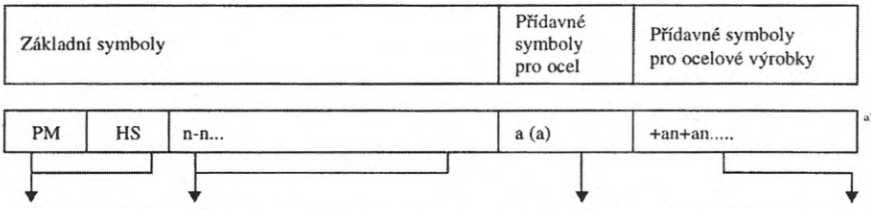
Základní symboly			Přídavné symboly		
Písmeno	Obsah uhlíku[b]	Legující prvky	Pro oceli[d] Skupina 1	Pro oceli[d] Skupina 2	Pro ocelové výrobky
G – ocel na odlitky (pokud je požadovaná) PM – práškovámetalurgie (pokud je u nástrojových ocelí požadována) X – střední obsah nejméně jednoho legujícího prvku ≥ 5 %	nnn – stonásobek střední hodnoty rozsahu předepsaného pro obsah uhlíku; pokud rozsah uhlíku není uveden, uvede se reprezentativní hodnota (viz 4.3)	a – chemické značky legujících[c] prvků charakterizujících ocel následují: n-n – čísla, oddělená spojovací čárkou, která odpovídají střednímu obsahu příslušného prvku zaokrouhlenému na nejbližší vyšší číslo	a – chemická značka oddělená spojovací čárkou pro charakteristický prvek, jehož obsah je v rozmezí od 0,20 % do 1 % následuje: n – desetinásobek středního obsahu legujícího prvku		Tabulka A a C

[a] n – číslice, a – písmeno, an – alfanumerický znak.
[b] Pro rozlišení dvou druhů ocelí s podobným chemickým složením může být charakteristické číslo pro obsah uhlíku zvýšeno o jednu jednotku.
[c] Pořadí prvků musí být uvedeno podle hodnoty obsahu. Když je hodnota pro obsah stejná u dvou nebo více prvků, uvedou se značky v abecedním pořadí.
[d] Pro příklad je uvedena ocel s vysokým obsahem dusíku

Příklady značek korozivzdorné a legované oceli

Norma	Značka oceli podle EN 10027-1
EN ISO 4957	X100CrMoV5 X38CrMoNb16
EN 10088-2	X10CrNi18-8 X6CrMoNb17-1 X5CrNiCuNb16-4
Nenormalizovaná	X30NiCrN15-1-N5

Rychlořezné oceli



Základní symboly		Přídavné symboly		
Písmeno	Obsah legujících prvků	Pro ocel		Pro ocelové výrobky
		Skupina 1	Skupina 2	
PM – práškovámetalurgie, když je potřebná HS – rychlořezné oceli	n-n – čísla[b] oddělená spojovací čárou, která udávají procentuální obsah legujících prvků v následujícím pořadí: – wolfram (W) – molybden (Mo) – vanad (V) – kobalt (Co)	a(a) – chemická značka(y) prvku(ů) s největším obsahem (při stejném druhu ocelí)	–	Tabulka C

[a] n – číslice, a – písmeno, an – alfanumerický znak.
[b] každé číslo určuje střední procentuální obsah prvku, který je zaokrouhlen na nejbližší celé číslo.

Příklady značek rychlořezné oceli

Norma	Značka oceli podle EN 10027-1
EN ISO 4957	HS2-9-1-8 HS6-5-2 HS5-2C

Tabulka A – Příklady symbolů pro zvláštní požadavky

Symbol[a]	Význam
+CH	zpracováno na tvrdost jádra
+H	Prokalitelnost
+Z15	minimální kontrakce ve směru kolmém k povrchu = 15 %
+Z25	minimální kontrakce ve směru kolmém k povrchu = 25 %
+Z35	minimální kontrakce ve směru kolmém k povrchu = 35 %

[a] Tyto symboly jsou od předcházejících symbolů odděleny znaménkem (+). Tyto symboly stanoví charakteristické zvláštní požadavky pro oceli. Z praktického hlediska jsou ale považovány za přídavné symboly pro ocelové výrobky.

Tabulka B – Příklady symbolů označující druhy povlaků

Symbol[a]	Význam
+A	žárově pohliníkováno ponorem
+AS	povlak ze slitiny Al-Si
+AZ	povlak ze slitiny Al-Zn (Al > 50 %)
+CE	elektrolyticky pochromováno (ECCS)
+CU	povlak Cu

Tabulka B – Příklady symbolů označující druhy povlaků

Symbol[a)]	Význam
+A	žárově pohliníkováno ponorem
+AS	povlak ze slitiny Al-Si
+AZ	povlak ze slitiny Al-Zn (Al > 50 %)
+CE	elektrolyticky pochromováno (ECCS)
+CU	povlak Cu
+IC	povlak anorganický
+OC	povlak organický
+S	žárově pocínováno ponorem
+SE	elektrolyticky pocínováno
+T	žárově pokoven slitinou Pb-Sn (Terne)
+TE	elektrolyticky pokoveno slitinou Pb-Sn (Terne)
+Z	žárově pozinkováno ponorem
+ZA	žárově pokoveno slitinou Zn-Al (Zn > 50 %)
+ZE	elektrolyticky pozinkováno
+ZF	povlak Zn a Fe (difúzně žíhaný)
+ZN	elektrolyticky pokoveno slitinou Zn-Ni
[a)] Tyto symboly jsou od předcházejících symbolů odděleny znaménkem (+).	

Tabulka C – Příklady symbolů pro tepelné zpracování

Symbol[a)]	Význam
+A	žíhaný naměkko
+AC	žíhaný na globulární karbidy
+AR	válcovány (bez zvláštních podmínek na válcování nebo tepelné zpracování)
+AT	rozpouštěcí žíhání
+C	zpevněný zpracováním za studena
+Cnnn	zpevněný zpracováním za studena na minimální pevnost v tahu od nnn v MPa[b)]
+Cpnnn	zpevněný zpracováním za studena na minimální tažnost 0,2 % od nnn v MPa[b)]
+CR	válcovaný za studena
+DC	dodávaný stav podle výrobce
+FP	zpracovaný žíháním na ferit-perlit a rozsah tvrdosti
+HC	válcovaný za tepla a zpevněný za studena
+I	isotermicky zpracovaný
+LC	lehce přetažený za studena případně lehce převálcovaný
+M	termomechanicky tvářený
+N	normalizačně žíhaný nebo normalizačně válcovaný
+NT	normalizačně žíhaný a popouštěný
+P	precipitačně vytvrzený
+Q	kalený
+QA	kalený na vzduchu
+QO	kalený do oleje
+QT	zušlechtěný
+QW	kalený do vody
+RA	rekrystalizačně žíhaný

(pokračování)

+S	zpracovaný na střihatelnost za studena
+SR	žíhaný na snížení pnutí
+T	popouštěný
+TH	zpracovaný na rozsah tvrdosti
+U	nezpracovaný
+WW	zpevněný zpracováním za tepla

[a] Tyto symboly jsou od předcházejících symbolů odděleny znaménkem (+).
[b] 1 MPa = 1 N/mm².

Systémy označování oceli – Část 2: Systém číselného označování

Výběr z ČSN EN 10027-2
(42 0011)
Účinnost od 1. 9. 2016

Všeobecná ustanovení

Tato evropská norma stanoví systém číselného označování ocelí, pro označování ocelí značkami. Pojednává o stavbě čísel ocelí a organizaci jejich registrace, přidělování a rozšiřování. Tato čísla ocelí platí jako doplňková ke značkám ocelí podle EN 10027-1. Čísla ocelí stanovená podle tohoto systému mají určitý počet číslic. Systém je proto vhodnější pro zpracování dat než značky ocelí stanovené podle EN 10027-1.
Každé číslo oceli musí odpovídat pouze jedné značce oceli. Naopak, každá značka oceli musí odpovídat pouze jednomu číslu oceli. Evropský registrační ústav reviduje v příslušných časových intervalech seznam registrovaných ocelí. Předmětem revize je, ve spolupráci s kompetentními místy zjištění, zda registrované číselné označení oceli je ještě vyráběno. Revidovaný seznam registrovaných ocelí je zveřejněný na internetu (www.stahldaten.de).

Stavba čísel ocelí

Čísla ocelí se tvoří následovně

POZNÁMKA Číslice 2 až 9 čísla hlavní skupiny materiálu mohou být přiřazena jiným materiálům.

Při přidělování nových čísel ocelí se čtyřmístnými pořadovými čísly se musí zajistit, aby první dvě číslice pořadového čísla byla úplně naplněna (např. 1.xx99) dříve, než se přidělí poslední dvě číslice pořadového čísla (např. 1.xx9901).

Tabulka 1 – Číslo skupiny oceli[a b]

Nelegované oceli					Legované oceli								
Základní oceli		Jakostní oceli		Oceli ušlechtilé	Jakostní oceli		Oceli ušlechtilé						
							Nástrojové oceli	Různé oceli	Korozivzdorné a žáruvzdorné oceli	Oceli konstrukční, na strojní součásti a pro tlakové nádoby			
00	90			10			20	30	40	50	60	70	80
Základní oceli				Oceli se zvláštními fyzikálními vlastnostmi			Cr		Korozivzdorné oceli s < 2,5 % Ni bez Mo, Nb a Ti	Mn, Si, Cu	Cr-Ni with ≥ 2,0 % Cr < % Cr	Cr Cr-B	Cr-Si-Mo Cr-Si-Mn-Mo Cr-Si-Mo-V Cr-Si-Mn-Mo-V
		01	91	11			21	31	41	51	61	71	81
		Konstrukční oceli pro obecné použití, s R_m < 500 MPa		Oceli konstrukční, na strojní součásti a pro tlakové nádoby s C < 0,50 %			Cr-Si Cr-Mn Cr-Mn-Si		Korozivzdorné oceli s < 2,5 % Ni a Mo, ale bez Nb a Ti	Mn-Si Mn-Cr		Cr-Si Cr-Mn Cr-Mn-B Cr-Si-Mn	Cr-Si-V Cr-Mn-V Cr-Si-Mn-V
		02	92	12			22	32	42	52	62	72	82
		Ostatní konstrukční oceli neurčené pro tepelné zpracování, s R_m < 500 MPa		Oceli konstrukční, na strojní součásti a pro tlakové nádoby s C ≥ 0,50 %			Cr-V Cr-V-Si Cr-V-Mn Cr-V-Mn-Si	Rychlořezná ocel s Co		Mn-Cu Mn-V Si-V Mn-Si-V	Ni-Si Ni-Mn Ni-Cu	Cr-Mo s < 0,35 % Mo Cr-Mo-B	Cr-Mo-W Cr-Mo-W-V
		03	93	13			23	33	43	53	63	73	83
		Oceli s průměrem < 0,12 % C nebo R_m < 400 MPa		Oceli konstrukční, na strojní součásti a pro tlakové nádoby se zvláštními požadavky			Cr-Mo Cr-Mo-V Mo-V	Rychlořezná ocel bez Co	Korozivzdorné oceli s ≥ 2,5 % Ni ale bez Mo, Nb a Ti	Mn-Ti Si-Ti	Ni-Mo Ni-Mo-Mn Ni-Mo-Cu Ni-Mo-V Ni-Mn-V	Cr-Mo s ≥ 0,35 % Mo	
		04	94	14			24	34	44	54	64	74	84
		Oceli s průměrem ≥ 0,12 % C < 0,25 % C nebo R_m ≥ 400 MPa < 500 MPa					W Cr-W	Otěruvzdorné oceli	Korozivzdorné oceli s ≥ 2,5 % Ni a Mo, ale bez Nb a Ti	Mo Nb, Ti, V W			Cr-Si-Ti Cr-Mn-Ti Cr-Si-Mn-Ti
		05	95	15			25	35	45	55	65	75	85
		Oceli s průměrem ≥ 0,25 C < 0,55 % C nebo R_m ≥ 500 MPa < 700 MPa		Nástrojové oceli			W-V Cr-W-V	Ložiskové oceli	Korozivzdorné oceli se zvláštními přísadami	B Mn-B < 1,65 % Mn	Cr-Ni-Mo s < 0,4 % Mo + < 2 % Ni	Cr-V s < 2,0 % Cr	Nitridační oceli

Tabulka 1 *(dokončení)*

Nelegované oceli					Legované oceli								
Základní oceli		Jakostní oceli		Oceli ušlechtilé	Jakostní oceli		Oceli ušlechtilé						
							Nástrojové oceli	Různé oceli	Korozivzdorné a žáruvzdorné oceli	Oceli konstrukční, na strojní součásti a pro tlakové nádoby			
		06 96 Oceli s průměrem ≥ 0,55 % C nebo R_m ≥ 700 MPa		16 Nástrojové oceli			26 W, kromě tříd 24, 25 a 27	36 Materiály se zvláštními magnetickými vlastnostmi, bez Co	46 Chemicky odolné a žáropevné Ni slitiny	56 Ni	66 Cr-Ni-Mo s < 0,4 % Mo + ≥ 2 % Ni < 3,5 % Ni	76 Cr-V s < 2,0 % Cr	86
		07 97 Oceli s vyšším obsahem P nebo S		17 Nástrojové oceli			27 S Ni	37 Materiály se zvláštními magnetickými vlastnostmi, s Co	47 Žáruvzdorné oceli s < 2,5 % Ni	57 Cr-Ni s < 1,0 % Cr	67 Cr-Ni-Mo s < 0,4 % Mo + ≥ 3,5 % Ni < 5 % Ni nebo ≥ 0,4 % Mo	77 Cr-Mo-V	87
				18 Nástrojové oceli	08 98 Oceli se zvláštními fyzikálními vlastnostmi		28 Ostatní	38 Materiály se zvláštními magnetickými vlastnostmi, bez Ni	48 Žáruvzdorné oceli s ≥ 2,5 % Ni	58 Cr-Ni s ≥ 1,0 % Cr < 1,5 % Cr	68 Cr-Ni-V Cr-Ni-W Cr-Ni-V-W	78	88
				19	09 99 Oceli pro různé oblasti použití		29	39 Materiály se zvláštními fyzikálními vlastnostmi, s Ni	49 Materiály s vlastnostmi za zvýšené teploty	59 Cr-Ni s ≥ 1,5 % Cr < 2,0 % Cr	69 Cr-Ni, kromě tříd 57 až 68	79 Cr-Mn-Mo Cr-Mn-Mo-V Cr-Mn-Mo-Ni	89

Oceli neurčené pro tepelné zpracování uživatelem

Vysokopevné svařitelné oceli

Poznámky k tabulce 1:

[a] Rozdělení skupin ocelí je podle rozdělení ocelí podle EN 10020.

[b] V polích tabulky jsou obsaženy následující údaje:

- číslo skupiny oceli, vlevo nahoře;
- hlavní charakteristiky skupiny oceli;
- R_m = pevnost v tahu.

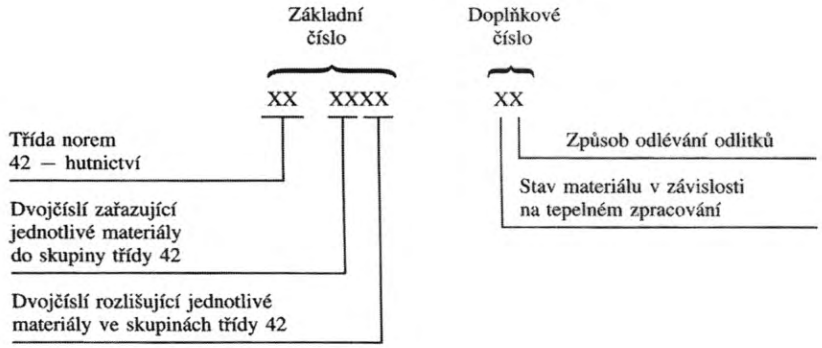
Mezní hodnoty uvedené pro chemické složení a pevnost v tahu platí pouze jako vodítko.

ČÍSELNÉ OZNAČOVÁNÍ A ROZDĚLENÍ SLITIN ŽELEZA NA ODLITKY

Výběr z ČSN 42 0006
Účinnost od 1. 5. 1981

Číselné označení slitin železa na odlitky je tvořeno základním šestimístným číslem, k němuž se připojuje dvoumístné doplňkové číslo.

Schéma číselného označení



Rozdělení slitin železa na odlitky

Druhé dvojčíslí	Druh slitiny
23	tvárné litiny
24	šedé litiny a zvláštní slitiny železa na odlitky
25	bílé, tvrzené a temperované litiny
26	uhlíkové oceli na odlitky
27	nízkolegované a středněgegované oceli na odlitky odlévané do pískových forem
28	nízkolegované a středněgegované oceli na odlitky odlévané jiným způsobem než do pískových forem a slitiny pro trvalé magnety
29	vysokolegované oceli na odlitky

ČÍSELNÉ OZNAČOVÁNÍ TĚŽKÝCH A LEHKÝCH NEŽELEZNÝCH KOVŮ

Výběr z ČSN 42 0055
Účinnost od 1. 2. 2000

Neželezné kovy se rozdělují na těžké ($\varrho > 5\ \mathrm{kg.dm^{-3}}$) a lehké ($\varrho < 5\ \mathrm{kg.dm^{-3}}$). Mezi **těžké neželezné kovy** patří tyto kovy a jejich slitiny: měď, cín, olovo, zinek, antimon, kadmium a nikl.
Lehké neželezné kovy jsou hliník, hořčík, titan a jejich slitiny.

Číselné označení neželezných kovů je tvořeno základním šestimístným číslem a dvoumístným doplňkovým číslem za tečkou:

Rozdělení těžkých neželezných kovů

Dvojčíslí ze 4. a 5. číslice	Skupina kovů	Dvojčíslí ze 4. a 5. číslice	Skupina kovů
00	čistá měď	22	mosaz Cu–Pb–Zn (automatová)
01	cínový bronz	23, 24	speciální mosazi Cu–Zn
04	hliníkový bronz	25	niklové mosazi
06	niklový bronz	40 až 49 60 až 69	ostatní těžké kovy
20	tombaky Cu–Zn	80 až 89	vzácné kovy

1. U tvářených výrobků vyjadřuje doplňkové číslo (dvojčíslí) jeho stav a jakost, význam viz následující tabulka.
2. U odlitků je druhá číslice v doplňkovém čísle neobsazena, způsob lití je určen přímo v pojmu, např. „odlitek do kokily“, „odlitek do písku“ apod.

Způsoby tepelného zpracování neželezných kovů (tvářené materiály)

Doplňkové číslo	Stav výrobku		Doplňkové číslo	Stav výrobku	
00; 01	tvářený zatepla – nežíhaný		tvářený zatepla nebo zastudena vytvrzený zastudena		
02	jako 00 a 01 a žíhaný				
tvářený zastudena			60	vytvrzený zastudena	
10	měkký	bez zaručené $R_{p0,2}$	61	se zaručenou $R_{p0,2}$	
11			62		egalizovaný
12; 13; 14		hlubokotažný	63		TZ po rozpouštěcím žíhání
15		se zaručenou $R_{p0,2}$	64		TZ po přirozeném stárnutí
17	1/4 měkký		65		TZ po rozpouštěcím žíhání a přirozeném stárnutí
18		zbavený pnutí			
21	1/2 tvrdý	bez zaručené $R_{p0,2}$	tvářený zatepla nebo zastudena vytvrzený zatepla		
22		jako 21 a zbavený pnutí			
23		hlubokotažný			
24		nižší hodnoty než stav 21	70	vytvrzený zatepla	
25		se zaručenou $R_{p0,2}$	71	se zaručenou $R_{p0,2}$	
26		jako 24 a zbavený pnutí	72		a egalizovaný
27	3/4 tvrdý		73		TZ po rozpouštěcím žíhání
28		zbavený pnutí	74		TZ po umělém stárnutí
30	tvrdý		75		TZ po rozpouštěcím žíhání a umělém stárnutí
31		bez zaručené $R_{p0,2}$	76	žíhaný na rozpouštění	
32		jako 31 a zbavený pnutí	77		a tvářený zastudena
35		se zaručenou $R_{p0,2}$	tvářený zatepla nebo zastudena kalený a popouštěný		
36		jako 35 a zbavený pnutí			
41	pružinově tvrdý		80	kalený a popouštěný	
42		zlepšené vlastnosti	81		se zaručenou $R_{p0,2}$
43		2 × tvrdý			
44		2 × a zlepšené vlastnosti	9	podle vlastního ujednání	

TZ – tvářený zatepla

Způsoby tepelného zpracování neželezných kovů (odlitky)

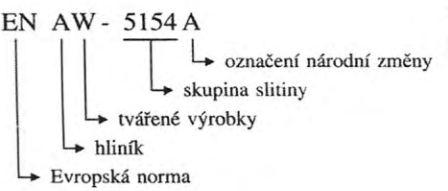
První doplňková číslice	Význam	První doplňková číslice	Význam
0	tepelně nezpracovaný	5	vytvrzený zastudena
1	žíhaný	6	žíhaný na rozpouštění a stabilizovaný
2	neobsazeno	7	vytvrzený zastudena
3	žíhaný na rozpouštění	8	kalený a popouštěný
4	uměle stárnutý	9	podle zvláštního ujednání

HLINÍK A SLITINY HLINÍKU

Výběr z	Účinnost od
ČSN EN 573-1	1. 7. 2005
ČSN EN 573-2	1. 7. 1996
ČSN EN 573-3	1. 6. 2014
(42 1401)	

Číselné označování

Příklad:



První ze čtyř číslic udává skupinu slitin

Hliník min. 99,00 % a více ---------- 1xxx

Slitiny hliníku ve skupinách podle hlavních slitinových prvků

Měď ---------- 2xxx
Mangan ---------- 3xxx
Křemík ---------- 4xxx
Hořčík ---------- 5xxx
Hořčík a křemík ---------- 6xxx
Zinek ---------- 7xxx
Ostatní prvky ---------- 8xxx
Neobsazená řada ---------- 9xxx

Ve skupině 1xxx vyjadřují dvě poslední číslice minimální obsah hliníku v procentech, jsou shodné se dvěma číslicemi za desetinnou čárkou minimálního procentního obsahu. Druhá číslice v označení vyjadřuje změny v mezním obsahu doprovodných nebo slitinových prvků. Ve skupinách slitin 2xxx až 8xxx rozlišují poslední dvě čísla pouze různé hliníkové slitiny ve skupině. Druhá číslice označení vyjadřuje modifikace slitiny.

HLINÍK A SLITINY HLINÍKU

Výběr z ČSN EN 515
(42 0053)
Účinnost od 1. 2. 1996

Výrobky tvářené. Označování stavu

Stav	Definice
F	z výroby; meze mechanických vlastností se nespecifikují
O	žíhaný – stav výrobku, jehož požadované vlastnosti odpovídající žíhanému stavu se dosáhnou po tváření zatepla, se může označit jako O
O1	po tepelném zpracování přibližně při stejné teplotě a době žíhání jako při rozpouštěcím žíhání, s následným pomalým ochlazením na běžnou teplotu (dřívější označení stavu T41)
O2	po tepelně-mechanickém zpracování k zvýšení tvařitelnosti, například pro superplastické tváření (SPT)
O3	homogenizovaný
H12	deformačně zpevněný – 1/4tvrdý
H14	deformačně zpevněný – 1/2tvrdý
H16	deformačně zpevněný – 3/4tvrdý
H18	deformačně zpevněný – 4/4tvrdý (plně zpevněný)
H19	deformačně zpevněný – velmi tvrdý
Hxx4	používá se pro dezénované nebo vzorované plechy nebo pásy vyrobené z odpovídajícího stavu Hxx
Hxx5	deformačně zpevněný – používá se pro svařované trubky
H111	žíhaný a mírně deformačně zpevněný (méně než H11) během po sobě následujících operací jako je vypínání, nebo rovnání
H112	mírně deformačně zpevněný po tváření za zvýšené teploty nebo po tváření zastudena s omezenou velikostí (specifikují se meze mechanických vlastností)
H116	používají se u slitin hliník–hořčík s obsahem hořčíku 4 % nebo více, u kterých se specifikují meze mechanických vlastností a odolnost proti vrstevnaté korozi

Stav	Definice
H22	deformačně zpevněný a částečně žíhaný — 1/4tvrdý
H24	deformačně zpevněný a částečně žíhaný — 1/2tvrdý
H26	deformačně zpevněný a částečně žíhaný — 3/4tvrdý
H28	deformačně zpevněný a částečně žíhaný — 4/4tvrdý (plně zpevněný)
H32	deformačně zpevněný a stabilizovaný — 1/4tvrdý
H34	deformačně zpevněný a stabilizovaný — 1/2tvrdý
H36	deformačně zpevněný a stabilizovaný — 3/4tvrdý
H38	deformačně zpevněný a stabilizovaný — 4/4tvrdý (plně zpevněný)
H42	deformačně zpevněný a barvený nebo lakovaný — 1/4tvrdý
H44	deformačně zpevněný a barvený nebo lakovaný — 1/2tvrdý
H46	deformačně zpevněný a barvený nebo lakovaný — 3/4tvrdý
H48	deformačně zpevněný a barvený nebo lakovaný — 4/4tvrdý (plně zpevněný)
W	po rozpouštěcím žíhání (nestabilní stav). Dobu přirozeného stárnutí (W2h, ...) lze též specifikovat
W51	po rozpouštěcím žíhání (nestabilní stav) a uvolnění vnitřního pnutí vypnutím řízenou velikostí (pro plech — trvalá deformace 0,5 % až 3 %, pro desku — 1,5 % až 3 % pro válcovanou nebo zastudena dokončenou tyč — 1 % až 3 %, pro volně kovaný a kruhový výkovek a válcovaný kruh — 1 % až 5 %). Po vypnutí se tyto výrobky dále nevyrovnávají
W510	po rozpouštěcím žíhání (nestabilní stav) a uvolnění vnitřního pnutí vypnutím řízenou velikostí (pro lisovanou tyč, profil a trubku — trvalá deformace 1 % až 3 %, protaženou trubku — 0,5 % až 3 %). Po vypnutí se tyto výrobky dále nevyrovnávají
W511	stejný jako W510 s tím rozdílem, že po vypnutí se připouští mírné vyrovnání za účelem vyhovění normalizovaným mezním úchylkám
W52	po rozpouštěcím žíhání (nestabilní stav) a uvolnění vnitřního pnutí stlačením trvalou deformací od 1 % do 5 %
W54	po rozpouštěcím žíhání (nestabilní stav) a uvolnění vnitřního pnutí omezeným tvářením za studena v konečné zápustce (výkovek z kování v zápustce)
T1	po ochlazení ze zvýšené teploty tváření a přirozeném stárnutí
T2	po ochlazení ze zvýšené teploty tváření, tváření zastudena a přirozeném stárnutí
T3	po rozpouštěcím žíhání, tváření zastudena a přirozeném stárnutí
T31	po rozpouštěcím žíhání, tváření zastudena přibližně 1 % a přirozeném stárnutí
T351	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí vypnutím řízenou velikostí (pro plech — trvalá deformace 0,5 % až 3 %, pro desku — 1,5 % až 3 %, pro válcovanou nebo zastudena dokončenou tyč — 1 % až 3 %, pro volně kovaný a kruhový výkovek a válcovaný kruh — 1 % až 5 %) a přirozeném stárnutí. Po vypnutí se tyto výrobky dále nevyrovnávají
T3510	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí vypnutím řízenou velikostí (pro lisovanou tyč, profil a trubku — trvalá deformace 1 % až 3 %, pro taženou trubku — 0,5 % až 3 %) a přirozeném stárnutí. Po vypnutí se tyto výrobky dále nevyrovnávají
T3511	stejný jako T3510 s tím rozdílem, že po vypnutí se připouští mírné vyrovnání za účelem vyhovění normalizovaným mezním úchylkám
T352	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí stlačením trvalou deformací od 1 % do 5 % a přirozeném stárnutí
T354	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí omezeným tvářením zastudena v konečné zápustce a přirozeném stárnutí

Stav	Definice
T36	po rozpouštěcím žíhání, tváření zastudena přibližně 6 % a přirozeném stárnutí
T37	po rozpouštěcím žíhání, tváření zastudena přibližně 7 % a přirozeném stárnutí
T39	po rozpouštěcím žíhání a tváření zastudena vhodnou velikostí k dosažení požadovaných mechanických vlastností. Tváření zastudena lze provést před nebo po přirozeném stárnutí
T4	po rozpouštěcím žíhání a přirozeném stárnutí
T42	po rozpouštěcím žíhání a přirozeném stárnutí. Používá se pro zkoušky tepelného zpracování materiálu ze stavu žíhaného nebo ze stavu F a nebo u výrobků tepelně zpracovaných u uživatele z jakéhokoliv stavu
T451	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí vypnutím řízenou velikostí (pro plech – trvalá deformace 0,5 % až 3 %, pro desku – 1,5 % až 3 %, pro válcovanou nebo za studena dokončenou tyč – 1 % až 3 %, pro volně kovaný a kruhový výkovek a válcovaný kruh – 1 % až 5 %) a přirozeném stárnutí. Po vypnutí se tyto výrobky dále nevyrovnávají
T4510	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí vypnutím řízenou velikostí (pro lisovanou tyč, profil a trubku – trvalá deformace 1 % až 3 %, pro taženou trubku – 0,5 % až 3 %) a přirozeném stárnutí. Po vypnutí se tyto výrobky dále nevyrovnávají
T4511	stejný jako T4510 s tím rozdílem, že po vypnutí se připouští mírné vyrovnání za účelem vyhovění normalizovaným mezním úchylkám
T452	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí stlačením trvalou deformací od 1 % do 5 % a přirozeném stárnutí
T454	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí omezeným tvářením zastudena v konečné zápustce a přirozeném stárnutí
T5	po ochlazení ze zvýšené teploty tváření a umělém stárnutí
T51	po ochlazení ze zvýšené teploty tváření a umělém stárnutí za podmínek nedostárnutých k zlepšení tvařitelnosti
T56	po ochlazení ze zvýšené teploty tváření a umělém stárnutí – úroveň mechanických vlastností je vyšší než u T5, čehož se dosáhne speciálně řízeným zpracováním (pro slitiny sérií 6000*)
T6	po rozpouštěcím žíhání a umělém stárnutí
T61	po rozpouštěcím žíhání a umělém stárnutí za podmínek nedostárnutí k zlepšení tvařitelnosti
T6151	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí vypnutím řízenou velikostí (pro plech – trvalá deformace 0,5 % až 3 %, pro desku – 1,5 % až 3 %, pro válcovanou nebo zastudena dokončenou tyč – 1 % až 3 %, pro volně kovaný a kruhový výkovek a válcovaný kruh – 1 % až 5 %) a umělém stárnutí za podmínek nedostárnutí k zlepšení tvařitelnosti. Po vypnutí se tyto výrobky dále nevyrovnávají po rozpouštěcím žíhání a umělém stárnutí.
T62	Používá se pro zkoušky tepelného zpracování materiálu ze stavu žíhaného nebo ze stavu F a nebo u výrobků tepelně zpracovaných u uživatele z jakéholiv stavu
T64	po rozpouštěcím žíhání a umělém stárnutí za podmínek nedostárnutí (mezi T6 a T61) k zlepšení tvařitelnosti
T651	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí vypnutím řízenou velikostí (pro plech – trvalá deformace 0,5 % až 3 %, pro desku – 1,5 % až 3 %, pro válcovanou nebo zastudena dokončenou tyč – 1 % až 3 %, pro volně kovaný a kruhový výkovek a válcovaný kruh – 1 % až 5 %) a umělém stárnutí. Po vypnutí se tyto výrobky dále nevyrovnávají
T6510	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí vypnutím řízenou velikostí (pro lisovanou tyč, profil a trubku – trvalá deformace 1 % až 3 %, pro taženou trubku – 0,5 % až 3 %) a umělém stárnutí. Po vypnutí se tyto výrobky dále nevyrovnávají
T6511	stejný jako T6510 s tím rozdílem, že po vypnutí se připouští mírné vyrovnání za účelem vyhovění normalizovaným mezním úchylkám

Stav	Definice
T652	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí stlačením trvalou deformací od 1 % do 5 % a umělém stárnutí
T654	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí omezeným tvářením zastudena v konečné zápustce a umělém stárnutí
T66	po rozpouštěcím žíhání a umělém stárnutí – úroveň mechanických vlastností je vyšší než u T6, čehož se dosáhne speciálně řízeným zpracováním (pro slitiny sérií 6000)
T7	po rozpouštěcím žíhání a umělém přestárnutí
T73	po rozpouštěcím žíhání a umělém přestárnutí k dosažení nejlepší odolnosti proti korozi za napětí
T732	po rozpouštěcím žíhání a umělém přestárnutí k dosažení nejlepší odolnosti proti korozi za napětí. Používá se pro zkoušky tepelného zpracování materiálu ze stavu žíhaného nebo ze stavu F a nebo u výrobků tepelně zpracovaných u uživatele z jakéhokoli stavu
T7351	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí vypnutím řízenou velikostí (pro plech – trvalá deformace 0,5 % až 3 %, pro desku – 1,5 % až 3 %, pro válcovanou nebo zastudena dokončenou tyč – 1 % až 3 %, pro volně kovaný a kruhový výkovek a válcovaný kruh – 1 % až 5 %) a umělém přestárnutí k dosažení nejlepší odolnosti proti korozi za napětí. Po vypnutí se tyto výrobky dále nevyrovnávají
T73510	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí vypnutím řízenou velikostí (pro lisovanou tyč, profil a trubku – trvalá deformace 1 % až 3 %, pro taženou trubku – 0,5 % až 3 %) a umělém přestárnutí k dosažení nejlepší odolnosti proti korozi za napětí. Po vypnutí se tyto výrobky dále nevyrovnávají
T73511	stejný jako T73510 s tím rozdílem, že po vypnutí se připouští mírné vyrovnání za účelem vyhovění normalizovaným mezním úchylkám
T7352	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí stlačením trvalou deformací od 1 % do 5 % a umělém přestárnutí k dosažení nejlepší odolnosti proti korozi za napětí
T7354	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí omezeným tvářením zastudena v konečné zápustce a přestárnutí k dosažení nejlepší odolnosti proti korozi za napětí
T74	po rozpouštěcím žíhání a umělém přestárnutí (mezi T73 a T76)
T7451	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí vypnutím řízenou velikostí (pro plech – trvalá deformace 0,5 % až 3 %, pro desku – 1,5 % až 3 %, pro válcovanou nebo zastudena dokončenou tyč – 1 % až 3 %, pro volně kovaný a kruhový výkovek a válcovaný kruh – 1 % až 5 %) a umělém přestárnutí (mezi T73 a T76). Po vypnutí se tyto výrobky dále nevyrovnávají
T74510	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí vypnutím řízenou velikostí (pro lisovanou tyč, profil a trubku – trvalá deformace 1 % až 3 %, pro taženou trubku – 0,5 % až 3 %) a umělém přestárnutí (mezi T73 a T76). Po vypnutí se tyto výrobky dále nevyrovnávají
T74511	stejný jako T74510 s tím rozdílem, že po vypnutí se připouští mírné vyrovnání za účelem vyhovění normalizovaným mezním úchylkám
T7452	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí stlačením trvalou deformací od 1 % do 5 % a umělém přestárnutí k dosažení nejlepší odolnosti proti korozi za napětí
T7454	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí omezeným tvářením zastudena v konečné zápustce a umělém přestárnutí (mezi T73 a T76)
T76	po rozpouštěcím žíhání a umělém přestárnutí k dosažení dobré odolnosti proti vrstevnaté korozi
T761	po rozpouštěcím žíhání a umělém přestárnutí k dosažení dobré odolnosti proti vrstevnaté korozi (používá se u plechů a pásů z 7475)
T762	po rozpouštěcím žíhání a umělém přestárnutí k dosažení nejlepší odolnosti proti vrstevnaté korozi. Používá se pro zkoušky tepelného zpracování materiálu ze stavu žíhaného nebo ze stavu F a nebo u výrobků tepelně zpracovaných u uživatele z jakéhokoli stavu
T7651	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí vypnutím řízenou velikostí (pro plech – trvalá deformace 0,5 % až 3 %, pro desku – 1,5 % až 3 %, pro válcovanou nebo zastudena dokončenou tyč – 1 % až 3 %, pro volně kovaný a kruhový výkovek a válcovaný kruh – 1 % až 5 %) a umělém přestárnutí k dosažení nejlepší odolnosti proti vrstevnaté korozi. Po vypnutí se tyto výrobky dále nevyrovnávají

Stav	Definice
T76510	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí vypnutím řízenou velikostí (pro lisovanou tyč, profil a trubku – trvalá deformace 1 % až 3 %, pro taženou trubku – 0,5 % až 3 %) a umělém přestárnutí k dosažení nejlepší odolnosti proti vrstevnaté korozi. Po vypnutí se tyto výrobky dále nevyrovnávají
T76511	stejný jako T76510 s tím rozdílem, že po vypnutí se připouští mírné vyrovnání za účelem vyhovění normalizovaným mezním úchylkám
T7652	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí stlačením trvalou deformací od 1 % do 5 % a umělém přestárnutí k dosažení nejlepší odolnosti proti vrstevnaté korozi
T7654	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí omezeným tvářením zastudena v konečné zápustce a přestárnutí k dosažení nejlepší odolnosti proti vrstevnaté korozi
T79	po rozpouštěcím žíhání a umělém přestárnutí (velmi omezené přestárnutí)
T79510	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí vypnutím řízenou velikostí (pro lisovanou tyč, profil a trubku – trvalá deformace 1 % až 3 %, pro taženou trubku – 0,5 % až 3 %) a umělém přestárnutí (velmi omezené přestárnutí). Po vypnutí se tyto výrobky dále nevyrovnávají
T79511	stejný jako T79510 s tím rozdílem, že po vypnutí se připouští mírné vyrovnání za účelem vyhovění normalizovaným mezním úchylkám
T8	po rozpouštěcím žíhání, tváření zastudena a umělém stárnutí
T81	po rozpouštěcím žíhání, tváření zastudena přibližně 1 % a umělém stárnutí
T82	po rozpouštěcím žíhání provedeném u uživatele, řízeném vypnutí s minimální trvalou deformací 2 % a umělém stárnutí (slitina 8090*))
T832	po rozpouštěcím žíhání, tváření zastudena přesně určenou velikostí a umělém stárnutí (používá se u tažených trubek z 6063*))
T841	po rozpouštěcím žíhání, tváření zastudena a umělé nedostárnutí (plechy a pásy ze slitin 2091*) a 8090*))
T84151	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí vypnutím trvalou deformací od 1,5 % do 3 % a umělém nedostárnutí (desky ze slitin 2091 a 8090)
T851	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí vypnutím řízenou velikostí (pro plech – trvalá deformace 0,5 % až 3 %, pro desku – 1,5 % až 3 %, pro válcovanou nebo zastudena dokončenou tyč – 1 % až 3 %, pro volně kovaný a kruhový výkovek a válcovaný kruh – 1 % až 5 %) a umělém stárnutí. Po vypnutí se tyto výrobky dále nevyrovnávají
T8510	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění pnutí vypnutím řízenou velikostí (pro lisovanou tyč, profil a trubku – trvalá deformace 1 % až 3 %, pro taženou trubku – 0,5 % až 3 %) a umělém stárnutí. Po vypnutí se tyto výrobky dále nevyrovnávají
T8511	stejný jako T8510 s tím rozdílem, že po vypnutí se připouští mírné vyrovnání za účelem vyhovění normalizovaným mezním úchylkám
T852	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí stlačením trvalou deformací od 1 % do 5 % a umělém stárnutí
T854	po rozpouštěcím žíhání, uvolnění vnitřního pnutí omezeným tvářením v konečné zápustce a umělém stárnutí
T86	po rozpouštěcím žíhání, tváření zastudena přibližně 6 % a umělém stárnutí
T87	po rozpouštěcím žíhání, tváření zastudena přibližně 7 % a umělém stárnutí
T89	po rozpouštěcím žíhání a tváření zastudena vhodnou velikostí k dosažení požadovaných mechanických vlastností a umělém stárnutí
T9	po rozpouštěcím žíhání, umělém stárnutí a tváření zastudena

Porovnání odpovídajících stavů podle ČSN 42 0055 a ČSN EN 515 (pouze směrné)[a])

ČSN 42 0055 (doplňkové dvojčíslí)	ČSN EN 515
.00	F
.01	H112
.10; .11; .15	0
.12; .13; .14	02
.17	H12
.18	H22
.21; .23; .24; .25	H14
.22; .26	H24
.27	H16
.28	H26
.30; .31; .35	H18
.32; .36	H28
.41	H19
.60; .61	T4
.63	T3
.70; .71	T6
.72; .74	T9
.73	T8

[a]) Je-li v tabulce na jednom řádku uvedeno více stavů, nelze jednotlivé stavy navzájem jednoznačně přiřadit

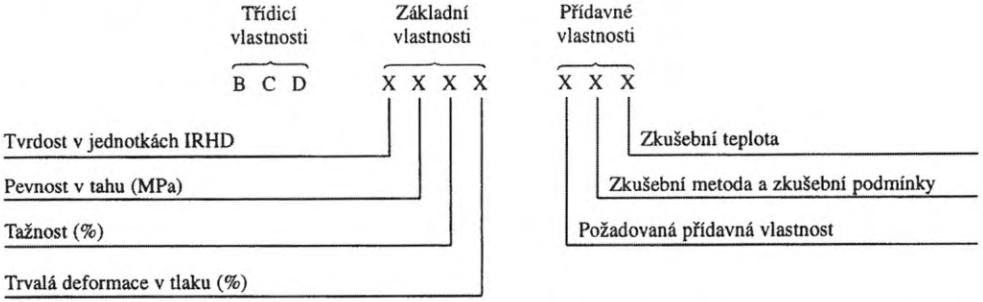
Chemické složení slitin uvedených v textu normy podle mezinárodního označení

Označení	Chemické složení
5xxx	skupina slitin hliníku s hlavním slitinovým prvkem Mg
6000	skupina slitin hliníku s hlavními slitinovými prvky Mg a Si
7000	skupina slitin hliníku s hlavním slitinovým prvkem Zn
6063	Si 0,2 – 0,6; Mg 0,45 – 0,90; Fe max. 0,35; Cu max. 0,10; Mn max. 0,10; Cr max. 0,10; Zn max 0,10; Ti max. 0,10; ostat. jedn. max. 0,05; ostat. celkem max. 0,15
2091	Li 1,7 – 2,3; Cu 1,8 – 2,5; Mg 1,1 – 1,9; Zr 0,04 – 0,16; Si max 0,20; Fe max. 0,30; Mn max. 0,10; Cr max. 0,10; Zn max. 0,25; Ti max. 0,10; ostat. jedn. max. 0,05; ostat. celkem max. 0,15
8090	Li 2,2 – 2,7; Cu 1,0 – 1,6; Mg 0,6 – 1,3; Zr 0,04 – 0,16; Si max 0,20; Fe max. 0,30; Mn max. 0,10; Cr max. 0,10; Zn max. 0,25; Ti max. 0,10; ostat. jedn. max. 0,05; ostat. celkem max. 0,15
7475	Zn 5,2 – 6,2; Cu 1,2 – 1,9; Mg 1,9 – 2,6; Cr 0,18 – 0,25; Si max 0,10; Fe max. 0,12; Mn max. 0,06; Ti max. 0,06; ostat. jedn. max. 0,05; ostat. celkem max. 0,15

TŘÍDĚNÍ A OZNAČOVÁNÍ PRYŽE

Výběr z ČSN 62 0002
Účinnost od 1. 8. 1994

Označení se skládá ze tří míst vyjadřujících třídicí vlastnosti, ze čtyř míst vyjadřujících základní vlastnosti a ze tří míst vyjadřující přídavné vlastnosti.



(B) Tab. 1 – Teploty urychleného tepelného stárnutí pro označování typu pryže

Typ pryže	Zkušební teplota °C	Typ pryže	Zkušební teplota °C
A	70	F	200
B	100	G	225
C	125	H	250
D	150	J	275
E	175	K	300

(C) Tab. 2 – Mezní změny objemu pro označování třídy pryže

Třída pryže	Změna objemu % nejvýše	Třída pryže	Změna objemu % nejvýše
A	nad 140 (nebo nespecifikov.)	F	60
		G	40
B	140	H	30
C	120	J	20
D	100	K	10
E	80	L	5

(D) Tab. 3 – Meze teploty křehnutí pro označování druhu pryže

Druh pryže	Mez teploty křehnutí ve °C	Druh pryže	Mez teploty křehnutí ve °C
A	0	F	–55
B	–10	H	–75
C	–25	G	–85
D	–40		

VLASTNOSTI A POUŽITÍ VYBRANÝCH MATERIÁLŮ

OCELI K TVÁŘENÍ

ČSN 4X XXXX Označení materiálu	Mechanické vlastnosti			Třída odpadu	Vlastnosti a použití
	R_m (MPa)	$R_{e\,min}$ (MPa)	tvrdost HB		
10 000	max. 490			001	Konstrukční součásti méně důležité, které nemají nosné svary. Tenkostěnné ohýbané profily
10 004.0	max. 490			001	Výrobky všeobecného použití bez nosných svarů
11 110.0	375 až 785	216	113 až 149	003	Tyče tažené zastudena na součásti vyráběné na rychlořezných automatech
11 300.0	265 až 375	165	max. 110	005	Hlubokotažné plechy na části karosérií, aj., pásy a pruhy na lisování jízdních kol, nádrží na benzín, vysoké duté nýty, radiátory. Nehodí se k pokovování a smaltování
11 320.0	min. 300	200		005	Pro výrobu trubek normalizačně žíhaná. K hlubokému tažení na méně náročné výtažky, trubky svařované z pásů obyčejné a přesné, pro olejové chladiče transformátorů, zavlažovací potrubí, konstrukční účely, k výrobě lakovaného nábytku, jízdních kol, motocyklů, vtokové potrubí vodních turbín, závitové trubky pro plynovody, vodovody, ústřední topení atd.

ČSN 4X XXXX Označení materiálu	Mechanické vlastnosti			Třída odpadu	Vlastnosti a použití
	R_m (MPa)	$R_{e\,min}$ (MPa)	tvrdost HB		
11 343.0	320 až 410	180	max. 217	001	Konstrukční ocel, tavná svařitelnost zaručena. Vhodná pro pokovování a k cementování. Svařované součásti menších tlouštěk namáhané staticky, popř. i mírně dynamicky, součásti svařované tlakem; kované součásti tepelných energetických zařízení do 300 °C, drobné lisované a tvářené výrobky, stavební a nábytkové kování, třmeny, rozpěrky, páky, zděře, hřebíky, svorníky, drážky. Málo namáhané nýtované a svařované konstrukce, svařované trubky jako z oceli 11 320
11 373.0	340 až 440	186	max. 225	001	Konstrukční ocel, tavná svařitelnost zaručená. NŽ – 900 až 930 °C Jednoduché, mírně namáhané, kované, lisované, zastudena ohýbané součásti. Plechy na strojní konstrukce, páky, šrouby, zděře, nýty. Profilové materiály. Součásti do 300 °C, mostní, jeřábové a stropní konstrukce namáhané staticky a mírně dynamicky
11 423.0	420 až 520	226	max. 185	001	Konstrukční ocel, tavná svařitelnost zaručená. NŽ – 890 až 920 °C Mírně namáhané hřídele, čepy, ozubená kola, kde se nevyžaduje odolnost proti opotřebení. Zápustkové výkovky a výlisky. Součásti železničních vozidel
11 500.0	470 až 610	245	max. 268	001	Konstrukční ocel, tavná svařitelnost obtížná. NŽ – 850 až 880 °C, ŽM – 680 až 720 °C, K – 850 až 870 °C/voda, olej P – 530 až 670 °C vzduch. Strojní součásti namáhané staticky i dynamicky: hřídele, ozubená kola, strojní součásti soustružené, čepy, kolíky, podložky, příruby, pouzdra, základové desky, šrouby, matice, kladky, hrdla apod. Kovové součásti tepelných energetických zařízení

ČSN 4X XXXX Označení materiálu	Mechanické vlastnosti			Třída odpadu	Vlastnosti a použití
	R_m (MPa)	$R_{e\,min}$ (MPa)	tvrdost HB		
11 523.0	520 až 628	333	max. 274	002	Konstrukční ocel, tavná svařitelnost do tl. 25 mm zaručená, do tl. 50 mm podmínečně zaručenená, NŽ – 870 až 900 °C, P – 670 až 700 °C. Mostní a jiné svařované konstrukce, pásy na ohýbané profily a trubky, součásti strojů, bezešvé a svařované trubky, trubkové svařované konstrukce strojů, automobilů, motocyklů a jízdních kol (namáhané staticky a dynamicky)
11 550.0	540 až 586)	295	max. 205	001	Konstrukční ocel, tavná svařitelnost obtížná. NŽ Trubky bezešvé přesné; na vysokotlaká hydraulická zařízení, podpěry a sloupy v dolech, střešní konstrukce, součásti strojů, přístrojů, lokomotiv, vagónů, aut, letadel, stožáry, nádrže, sady, trubky na šestihranné nástrčné klíče
11 600.0	590 až 705	295	max. 205	001	Tavná svařitelnost obtížná. NŽ Jako ocel 11 500, ale pro větší namáhání. Kované a lisované součásti vystavené velkému tlaku (klíny, čepy, pastorky, šneky, vřetena lisů)
11 700.0	685 až 835	345	max. 290	001	Pro svařované konstrukce se nepoužívá. NŽ Jako oceol 11 600, ale pro větší nestřídavá namáhání, jinak nutno zušlechtit. Výkovky a výlisky o velké tvrdosti bez tepelného zpracování, destičky Gallových řetězů, držáky soustružnických nožů

ČSN 4X XXXX Označení materiálu	Mechanické vlastnosti			Třída odpadu	Vlastnosti a použití
	R_m (MPa)	$R_{e\,min}$ (MPa)	tvrdost HB		
12 010.0	450 až 710	295	max. 236	007	Konstrukční ocel k cementování, tavná svařitelnost zaručená, pro lisování zastudena. NŽ – 900 °C ŽM – 680 °C, P – 850 až 880 °C 1. K – 900 °C/voda, olej, 2. K – 780 °C – voda, olej Méně namáhané součásti cementované, např. čepy, pouzdra, šrouby, vačkové hřídele, ozubená a řetězová kola, lisované součásti. Nástroje a měřidla (kalibry, trny, frézy na dřevo). Trubky bezešvé a bezešvé přesné (po NŽ)
12 020.1	min. 380	235	max. 163	007	Konstrukční ocel k cementovaná-ní, tavná svařitelnost zaručená NŽ – 900 °C, ŽM – 680 °C, C – 850 až 880 °C, K – 780 až 990 °C/voda, olej Méně namáhané cementované součásti, např. čepy, pouzdra, šrouby, vačkové hřídele, ozubená a řetězová kola, lisované součásti. Nástroje a měřidla (kalibry, trny, frézy na dřevo). Ve stavu NŽ a P na velké výkovky do 1 000 kg a tloušťky do 1 000 mm. Trubky bezešvé a bezešvé přesné
12 050.1	min. 530	305	max. 225	002	Konstrukční ocel nelegovaná k zušlechťování a povrchovému kalení. NŽ – 840 °C, ŽM – 700 °C, K – 820 °C/voda, olej, P – 600 °C/vzduch Hřídele turbokompresorů, čerpadel, těžních strojů, elektromotorů a dynam; větší ozubená kola, šneky. Automobilové klikové hřídele, ojnice, páky řízení, závěsy pružin, čepy
12 060.1	min. 600	345	max. 253	002	Konstrukční ocel k zušlechťování NŽ – 860 °C, ŽM – 700 °C, K – 820 °C/olej, P – 600 °C/ vzduch. Méně namáhané klikové a vačkové hřídele automobilů, hřídele turbokompresorů, ozubená kola, pístnice, plunžry, šrouby

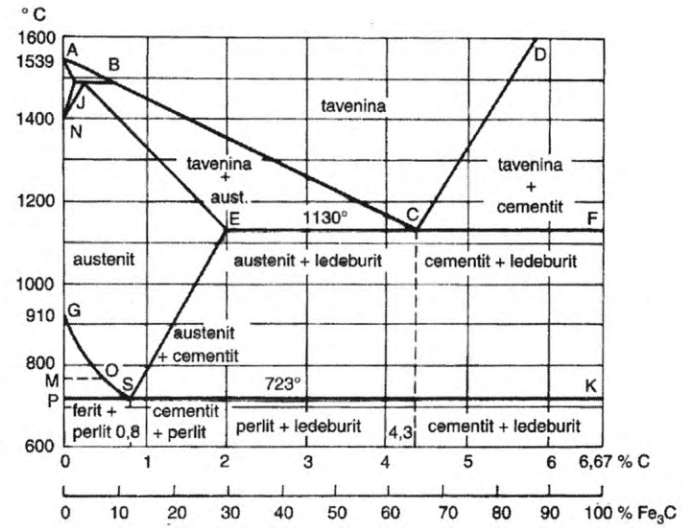
ČSN 4X XXXX Označení materiálu	Mechanické vlastnosti			Třída odpadu	Vlastnosti a použití
	R_m (MPa)	$R_{e\,min}$ (MPa)	tvrdost HB		
12 090.3	max. 834*)	$0{,}6R_m$		002	Konstrukční ocel pružinová zušlechtěná kalením a popouštěním NŽ – 790 až 810 °C, ŽM – 680 až 720 °C, K – 780 až 810 °C olej P – 450 až 530 °C vzduch Velmi namáhané a tenké pružiny, ploché, šroubovité a ventilové pružiny, dráty pro lana, psací pera
13 141.6 manganová	650 až 800	450	max. 239	002	Konstrukční ocel k zušlechťování, tavná svařitelnost obtížná, dobrá obrobitelnost, NŽ – 860 °C, K – 840 °C/voda, olej, P – 600 °C/ olej, vzduch, ŽM – 700 °C Menší hřídele, různé strojní součásti (páky, táhla, ojnice, šrouby aj.), velké výkovky
13 151.5 křemíková	635 až 735	390	183 až 211	001	Ocel k zušlechťování Ozubená kola, šneky, věnce ozubených kol, velké výkovky
13 251.1 křemíková	780 až 1 030	440	225 až 295	001	Nízkolegovaná ocel pružinová zušlechtěná kalením a popouštěním. NŽ – 820 až 850 °C, ŽM – 680 až 720 °C, K – 820 až 850 °C/ voda; P – 450 až 600 °C – voda, olej Šroubovité pružiny a pružnice silničních a kolejových vozidel a zemědělských strojů; kuželové pružiny k pružinovým bucharům
14 109.3 chromová	610 až 725	440	max. 225	021	Ocel dobře obrobitelná a tvárná za tepla ŽM – 720 až 780 °C, K – 820 až 840 °C, P – 150 až 170 °C/olej Kuličky od 0,25 mm, válečky a kuželíky do 0,18 mm, kroužky valivých ložisek do tloušťky stěny 16 mm

ČSN 4X XXXX Označení materiálu	Mechanické vlastnosti			Třída odpadu	Vlastnosti a použití
	R_m (MPa)	$R_{e\,min}$ (MPa)	tvrdost HB		
14 220.4 Mn – Cr	min. 785	590	min. 239	021	Ocel vhodná k cementování, kyanování a objemovému tváření; dobře tvárná zatepla a po žíhání i zastudena; dobře obrobitelná; dobrá svařitelnost; strojní součásti s velmi tvrdou cementovanou vrstvou a velkou pevností v jádře po kalení NŽ – 860 °C, ŽM – 70 °C, C – 840 až 870 °C, K – 780 až 880 °C/ olej až voda, P – 160 °C/1 h Menší hřídele, ozubená kola, šneky, vačkové hřídele, vřetena obráběcích strojů, pístní čepy, pera, zubové spojky, trny, upínací nářadí apod.
15 121.5 Cr – Mo	440 až 590	295	125 až 180	081	Dobrá obrobitelnost, tvárnost zatepla i zastudena Kotle, tlakové nádoby, bezešvé trubky, výkovky do 560 °C
15 230.7 Cr – V	980 až 1 180	835	300 až 359	035	Dobrá svařitelnost i obrobitelnost, vhodná k zušlechťování, nitridování a povrchovému kalení NŽ – 860 až 900 °C, ŽM – 700 až 740 °C, K – 860 °C/voda, P – 620 °C/voda, nitridování 490 až 500 °C Bezešvé trubky, velmi namáhané svařované konstrukce součástí strojů a letadel, např. klikové hřídele, hlavy vrtulí, ojnice, ojniční šrouby a matice, hnací nápravy motorových vozidel, páky řízení, vahadla ventilů
16 240.7 Mn – Cr – V	785 až 930	590	239 až 285	023	Ocel k zušlechťování, svařitelnost obtížná, obrovitelnost a tvárnost za tepla dobrá NŽ – 870 °C, ŽM – 720 °C, K – 840 °C/olej, voda, P – 500 °C/voda Středně namáhané součásti strojů a silničních vozidel, např. kloubové hřídele, ojnice, pístní čepy, válce, pastorky

ČSN 4X XXXX Označení materiálu	Mechanické vlastnosti			Třída odpadu	Vlastnosti a použití
	R_m (MPa)	$R_{e\,min}$ (MPa)	tvrdost HB		
16 532.4 Ni – Mn – Si – Cr	min. 1 570	asi 1 370	min. 462	023	Ocel k zušlechťování, obrobitelnost ve stavu ŽM dobrá, tvárnost za tepla dobrá NŽ – 900 °C, ŽM – 730 °C, K – 890 až 900 °C/olej, P – 200 až 300 °C/vzduch Vysoce namáhané strojní součásti, např. podvozky letadel, závěsy křídel, pístnice, šrouby apod.
17 023.2 chromová	750 až 900	490	max. 229	024	Ocel odolná proti korozi, obrobitelnost a tvárnost zatepla dobrá Ž – 800 až 840 °C, K – 1 000 až 1 050 °C/olej, P – 150 až 200 °C/voda, vzduch Nerezavějící součásti odolávající otěru, zředěné kyselině dusičné a některým slabým organickým kyselinán. Nože, měřidla, chirurgické nástroje
17 042.2 chromová	max. 880		max. 253	025	Ocel odolná proti korozi, svařitelnost obtížná, obrobitelnost dobrá Ž – 740 až 760 °C, K: 980 až 1 020 °C/olej, P – 150 až 200 °C/voda, vzduch Součásti chemických a potravinářských strojů s velkou tvrdostí, např. nože, ložiskové kroužky a kuličky, vložky a ventily, pracující v korozivním prostředí za současného opotřebení: chirurgické nástroje, měřidla, kalibry

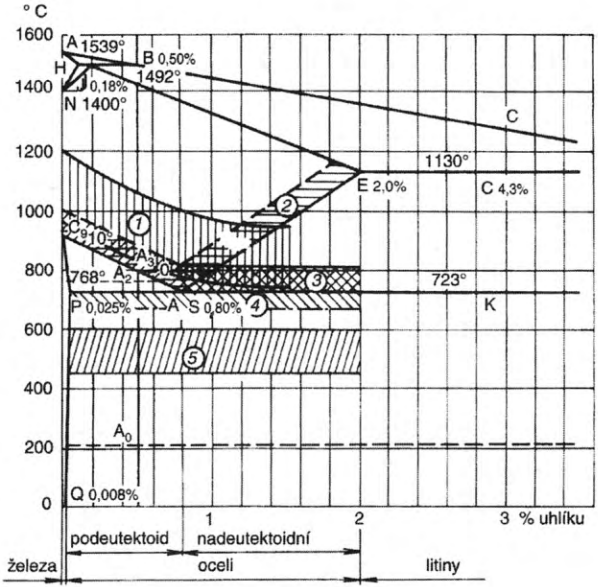
NŽ – normalizační žíhání, ŽM – žíhání na měkko, ŽP – žíhání na odstranění pnutí, Ž – žíhání, P – popouštění, K – kalení, C – cementování

Rovnovážný diagram Fe – C



Rovnovážný diagram Fe – C s vyznačenými pásmy teplot pro

1. tváření zatepla
2. normalizační žíhání
3. kalení
4. žíhání na měkko
5. žíhání ke snížení pnutí



ZÁVISLOST TVRDOSTI NA PEVNOSTI MATERIÁLU

Pevnost (MPa)	Průměr důlku (mm)	Tvrdost				
		HB	HV	HRB	HRC	HSh
300	6,33	84,6				
310	6,24	87,4				
320	6,15	90,3				
330	6,07	93				
340	6,00	95,5		53		
350	5,92	98,4		56		
360	5,85	101		58		
370	5,77	104		61		
380	5,70	107		63		
390	5,64	110		64,5		
400	5,57	113		66		
410	5,65	115		67,5		
420	5,45	118		69		
430	5,39	121		70,5		
440	5,33	124		71,5		
450	5,28	127		73		
460	5,23	129		73,5		
470	5,18	132		74,5		
480	5,13	135		75,5		
490	5,08	138		76,5		
500	5,03	141		77,5		
510	4,98	144		78,5		
520	4,94	146		79,5		
530	4,90	149		80		
540	4,85	152		81		
550	4,81	155		82		
560	4,77	158		83		
570	4,73	161		84		
580	4,70	163		84,5		
590	4,66	166		85		
600	4,62	169	173	86		
610	4,58	172	176	87		
620	4,55	174	178	87,5		
630	4,52	177	181	88		
640	4,48	180	184	89		
650	4,45	183	187	89,5		30
660	4,42	185	189	90,5		
670	4,39	188	192	91		
680	4,36	191	194	91,5		31
690	4,33	194	197	92		
700	4,30	197	200	93		32
710	4,27	199	203	93,5		
720	4,24	202	206	94		33
730	4,21	201	208		15	
740	4,19	208	210	95		34
750	4,16	211	213	96	16	
760	4,13	214	216		17	
770	4,10	217	220	97	18	35
780	4,08	219	220			
790	4,05	223	225	98	19	36

Pevnost (MPa)	Průměr důlku (mm)	Tvrdost				
		HB	HV	HRB	HRC	HSh
800	4,03	225	227			37
810	4,01	228	230	99	20	
820	3,98	231	233		21	
830	3,96	234	236	100		38
840	3,94	236	238		22	
850	3,92	239	240	101		
860	3,90	241	243		23	
870	3,87	245	247	102		39
880	3,85	248	249		24	
890	3,83	250	252			40
900	3,81	253	254	103	25	
910	3,79	256	257			
920	3,77	259	260	104	26	41
930	3,75	263	264			
940	3,73	265	265		27	42
950	3,71	268	268	105		
960	3,69	271	271			
970	3,67	274	274		28	43
980	3,66	275	276	106		
990	3,64	278	279		29	

NÁSTROJOVÉ MATERIÁLY

Informační údaje pro výuku

Nástrojové oceli

Oceli třídy 19 se rozdělují na nelegované a legované. Za označením třídy oceli charakterizuje třetí číslice v základní číselné značce jednak, že se jedná o nelegovanou ocel a jednak u legovaných ocelí hlavní legující prvky nebo skupinu prvků.

Význam třetí číslice v základní číselné značce ocelí třídy 19

Třetí číslice	Druh oceli podle typu legování
0	nelegované oceli
1	nelegované oceli
2	nelegované oceli
3	oceli legované Mn, Si, V, Mn-Si, Mn-V, Mn-Cr-V, Mn-Cr-W-V
4	oceli legované Cr, Cr-Mn, Cr-Al, Cr-V, Cr-Si, Cr-Mn-V, Cr-Si-V, Cr-W-V, Cr-Mn-Si-V
5	oceli legované Cr-Mo, Cr-Mo-Mn, Cr-Mo-V, Cr-Mo-Si-V, Cr-Mo-W-V, Cr-Mo-Ni-V-Co, Cr-Mo-W-Si-V
6	oceli legované Ni-Cr, Ni-Cr-V, Ni-Cr-W, Ni-Mo-Cr, Ni-Cr-Mo-V, Ni-Cr-W-V, Ni-Cr-W-Mo, Ni-Cr-W-Si, Ni-Cr-W-Si-V
7	oceli legované W, W-Cr, W-V, W-Cr-Mn, W-Cr-Si, W-Cr-V, W-Cr-Si-V, W-Cr-Ni-V, W-Cr-V-Co
8	rychlořezné oceli, legované W-Cr-V, W-Cr-Mo-V, W-Cr-V-Co, W-Cr-Mo-V-Co
9	speciální oceli, jako např. vytvrzované oceli typu Ni-Co-Mo-Ti

Vlastnosti a použití vybraných nástrojových ocelí

ČSN, chemické složení	Vlastnosti, tepelné zpracování (°C)	Tvrdost HRC	Třída odpadu	Použití
		Nelegované oceli		
19 083.4 0,45 C uhlíková	Středně uhlíková ocel ke kalení ve vodě, s malou prokalitelností, dobře tvárná zatepla, velmi dobře obrobitelná po ŽM NŽ: 840 až 860, ŽM: 680 až 710, ŽP: 600 až 650, K: 780 až 820/voda, P: 100 až 320	asi 58	007	*Ruční nástroje a nářadí:* zednické a kamenické nářadí, nebozezy a vrtáky na dřevo, nože, sekáče, kladiva, srpy, montážní nářadí — kleště, klíče, šroubováky *Řezné nástroje:* na strojní obrábění dřeva *Formy:* vodicí pouzdra, sloupky, dorazy
19 132.4 0,7 C uhlíková	Vysokouhlíková ocel ke kalení ve vodě, s malou prokalitelností, dobře tvárná zatepla, dobře obrobitelná NŽ: 800 ŽM: 680 až 710 ŽP: 600 až 650 K: 760 až 800/voda P: 100 až 250	asi 64	007	*Ruční nástroje a nářadí:* nože, kovářské, nýtovací a zámečnické nářadí *Nástroje pro stříhání zastudena:* nože strojních nůžek pro stříhání plechů, tyčí a menších profilů, pro menší výkony *Nástroje pro tváření zastudena:* méně namáhané větší nástroje pro tažení *Nástroje pro tváření zatepla:* zápustky s mělkou dutinou
19 133,4 0,7 C uhlíková	Vysokouhlíková ocel ke kalení ve vodě, s malou prokalitelností, dobře tvárná zatepla, dobře obrobitelná po ŽM NŽ: 790 až 810 ŽM: 680 až 710 K: 760 až 800/voda P: 100 až 320	asi 64	007	*Ruční nástroje a nářadí:* kamenické (dláta, vrtáky), zahradnické nůžky, kosy, montážní nářadí (kladiva, kleště, šroubováky, důlčíky, průbojníky), různé lékařské nástroje *Formy:* nekalené nebo kalené pomocné součásti forem pro tlakové lití
19 152.4 0,8 C uhlíková	Vysokouhlíková ocel ke kalení do vody, s malou prokalitelností, dobře tvárná zatepla a dobře obrobitelná NŽ: 800 ŽM: 680 až 710 K: 750 až 780/voda P: 100 až 250	asi 65	007	*Ruční nástroje a nářadí:* kované ruční nůžky na plech, kovadla, razidla *Nástroje pro stříhání zastudena:* velké a jednoduché střižnice pro menší výkony, nože strojních nůžek pro stříhání plechů malých tlouštěk, pro nepříliš velké výkony *Nástroje pro tváření zastudena:* malé tvarově jednoduché a méně namáhané nástroje pro tváření, tažení, protahování *Nástroje pro tváření zatepla:* malé zápustky s mělkou dutinou

Pokračování

ČSN, chemické složení	Vlastnosti, tepelné zpracování (°C)	Tvrdost HRC	Třída odpadu	Použití
19 191.4 1,0 C uhlíková	Vysokouhlíková ocel ke kalení ve vodě, s malou prokalitelností, tvárná zatepla, dobře obrobitelná NŽ: 800 ŽM: 680 až 710 ŽP: 600 až 650 K: 750 až 780/voda až 800/olej P: 100 až 150	asi 66	007	*Ruční nástroje a nářadí:* nože, pořízy, ruční značkovací razidla *Nástroje pro stříhání zastudena:* malé, tvarově jednoduché a méně namáhané nástroje pro menší výkony, nože strojních nůžek pro stříhání plechů velmi malých tlouštěk, pro nepříliš velká namáhání *Nástroje pro tváření zastudena:* malé, tvarově jednoduché a méně namáhané nástroje pro tváření, ražení, protlačování, tlačení *Nástroje pro tváření zatepla:* kovátka pro rotační kování *Řezné nástroje:* nože pro obrábění dřeva a reaktoplastů, frézy, frézovací nože a vrtáky pro obrábění dřeva *Formy:* malé a jednoduché nebo skládané formy pro tváření plastů a pryže, pomocné kalené součásti forem *Upínací nářadí*

Pokračování

ČSN, chemické složení	Vlastnosti, tepelné zpracování (°C)	Tvrdost HRC	Třída odpadu	Použití
		Legované oceli		
19 312.4 0,8 C 2,0 Mn 0,15 V	Nízkolegovaná Mn-V ocel ke kalení v oleji, se střední prokalitelností, s velmi dobrou stálostí rozměrů při tepelném zpracování, dobrou houževnatostí i odolností proti opotřebení, tvárná zatepla a dobře obrobitelná ŽM: 680 až 710 ŽP: 600 až 650 K: 740 až 780/olej P: 150 až 250	asi 63	002	*Nástroje pro stříhání zastudena:* všechny druhy nástrojů pro stříhání na lisech a děrování materiálů malých tlouštěk, zejména tvarově složité průstřižnice a průstřižníky, které vyjadřují velmi dobrou stálost rozměrů při tepelném zpracování. Kruhové nože strojních nůžek pro stříhání materiálů malých tlouštěk *Řezné nástroje:* talířové a kotoučové nože k řezání papíru apod. *Nástroje pro tváření zastudena:* nástroje na ohýbání, zakružování, tažení a ražení materiálů malých tlouštěk *Formy:* malé formy pro tváření plastů a pryže, méně namáhané formy pro lisování práškových hmot *Měřidla:* spárověry, různé funkční části skládaných měřidel, kalibry na průměry a kroužky, kuželové a hladké měrky, odpichy s kulovými plochami, pravítka nožová a sinusová, úhelníky, nožové šablony, závitové kalibry a kroužky, rýsovací a pomocné nářadí, např. úhelníky, pravítka *Ruční nástroje a nářadí:* závitořezné nástroje
19 420.4 1,5 C 0,7 Cr 0,25 Mn chromová	Chromová ocel s malou prokalitelností ke kalení ve vodě, zvlášť vysoká tvrdost zákalné vrstvy, vyšší odolnosti proti opotřebení a řezivost (lepší než u uhlíkových ocelí), poněkud zvýšená citlivost na kalicí trhliny v důsledku vysoké tvrdosti (horší než u uhlíkových ocelí), poněkud obtížnější tvárnost za tepla, dobrá obrobitelnost v žíhaném stavu ŽM: 700 až 730 K: 750 až 800/olej P: 100 až 200	asi 65	021	*Řezné nástroje:* výstružníky, nože, tvarové nože, zejména pro jemné obrábění kovových materiálů o malé pevnosti a měkkých materiálů při malých řezných rychlostech, frézy pro jemné obrábění neželezných kovů při malých řezných rychlostech, nože a frézy pro jemné obrábění netvrditelných plastů při malých řezných rychlostech. Nože, frézy jednoduchých tvarů a kolíčkovací vrtáky pro obrábění dřeva. Kruhové, kotoučové a malé ploché nože na řezání a vysekávání nekovových materiálů.

Pokračování

ČSN, chemické složení	Vlastnosti, tepelné zpracování (°C)	Tvrdost HRC	Třída odpadu	Použití
				Nástroje pro stříhání zastudena: menší nástroje jednodušších tvarů o zvláště velké tvrdosti, zejména k prostřihování materiálů malých tlouštěk *Měřidla:* kalibry, základní měrky, šablony, kalibry a kroužky na závity *Ruční nástroje a nářadí:* výstružníky, závitořezné nástroje, rydla, škrabáky, zubní vrtačky
19 436.4 2,0 C 12,0 Cr chromová	Vysokolegovaná chromová ocel ke kalení v oleji a na vzduchu, s velkou prokalitelností a odolností proti opotřebení a nižší houževnatostí, dobře tvárná zatepla, dobře obrobitelná ŽM: 800 až 840 K: 920 až 970/olej P: 180 až 250	asi 63	010	*Nástroje na stříhání zastudena:* všechny druhy nástrojů na stříhání na lisech, materiálů o velkých pevnostech a tvrdých materiálů *Nástroje pro tváření zastudena:* všechny druhy jednoduchých nástrojů pro přetváření a ražení, tj. nástroje, u nichž nedochází k přídavnému namáhání na ohyb, dále nástroje pro tažení, menší průvlaky, nástroje k protlačování a tlačení nebo závitové válce pro válcování závitů *Řezné nástroje:* nože pro obrábění kovových materiálů o malé pevnosti při požadavku na větší odolnost na opotřebení, avšak menší houževnatost, protahovací a protlačovací nástroje: nože a frézy pro obrábění nekovových abrazívních materiálů *Formy:* malé formy pro tváření plastů, zejména reaktoplastů velmi namáhané vtokové vložky, hlavice pístů a komory

Pokračování

ČSN, chemické složení	Vlastnosti, tepelné zpracování (°C)	Tvrdost HRC	Třída odpadu	Použití
19 824.4 0,75 C 4,2 Cr 18,0 W 1,3 V rychlořezná	Rychlořezná wolframová ocel pro běžné výkony s vyšší houževnatostí, dobrou odolností proti popouštění a nižší odolností proti opotřebení, dobře tvárná zatepla, ztížená obrobitelnost po žíhání ŽM: 800 až 840 ŽP: 750 až 780 K: 1 250 až 1 290/vzduch 1 300 až 1 320/olej P: 570 až 590	asi 64	142	*Řezné nástroje:* nástroje pro obrábění kovových materiálů o malé až střední pevnosti (max. 850 MPa) při požadavku na velkou houževnatost, např. soustružnické nože a některé tvarové nože, miniaturní vrtáky, protahováky a protlačováky; více namáhané nástroje pro obrábění různých nekovových, zejména tvrdých materiálů *Nástroje pro stříhání zastudena:* nástroje s velkou životností pro stříhání, děrování materiálů velmi malých tlouštěk (asi do 1 až 2 mm) *Nástroje pro tváření zastudena:* průtlačníky k protlačování oceli zastudena pro nejvyšší tlaky a velké série *Nástroje pro stříhání zatepla:* stříhací nože a pouzdra při výrobě matic, šroubů, nýtů apod., zeména pro stříhání v poloteplém až studeném stavu *Nástroje pro tváření zatepla:* obzvláště vysoce namáhaná kovátka pro rotační kování, děrovací trny průtlačníků malých průměrů při výrobě trubek

ČSN, chemické složení	Vlastnosti, tepelné zpracování (°C)	Tvrdost HRC	Třída odpadu	Použití
19 830.4 0,85 C 4,2 Cr 6,3 W 5,0 Mo 1,9 V rychlořezná	Rychlořezná molybdenwolframová ocel s vysokou houževnatostí, dobrou odolností proti popouštění a opotřebení ŽM: 800 až 840 ŽP: 700 až 750 K: 1 220 až 1 250 1 190 až 1 220 solná lázeň o teplotě 500 až 600 nebo olej P: 550 až 560 540 až 550	asi 64	153	*Řezné nástroje:* značně namáhané nástroje pro obrábění kovových materiálů o střední pevnosti do 900 MPa i přerušovaným řezem a při požadavku na obzvlášť vysokou houževnatost, např. soustružnické nože, frézy do ∅ 16 mm, vrtáky, výstružníky a záhlubníky, závitníky a závitové čelisti, odvalovací frézy, zejména broušené, obrážecí nože, protahovací a protlačovací trny, celistvé pilové kotouče, zuby a segmenty pilových kotoučů a pilové listy; nástroje pro obrábění nekovových zejména tvrdých materiálů *Nástroje pro stříhání zastudena:* nástroje s velkou životností pro stříhání a děrování na lisech materiálů malých tlouštěk (do 1 až 2 mm) a materiálů o velké pevnosti a tvrdých materiálů, např. kruhové nože strojních nůžek na kovy, velmi namáhané nože vysekávacích nůžek *Nástroje pro tváření zastudena:* průtlačníky na ocel pro nejvyšší tlaky a velké série *Nástroje pro stříhání zatepla:* nože a pouzdra na výrobu matic, šroubů, nýtů apod., prostřihovací trny malých průměrů *Nástroje pro tváření zatepla:* velmi namáhaná kovátka pro ruční kování, děrovací trny při výrobě trubek malých průměrů
19 861.4 10,5 W 4,0 Mo 3,5 V 11,0 Co	Velmi výkonná W-Mo-V-Co rychlořezná ocel s velmi velkou odolností proti opotřebení a popouštění, ale menší houževnatostí, se zhoršenou tvařitelností za tepla, zhoršenou obrobitelností ve stavu žíhaném na měkko, zhoršenou obrobitelností broušením v kaleném stavu a mírně zvýšenou náchylností k oduhličení. ŽM: 780 až 820 K: 1200 až 1260 (olej, vzduch, termální lázeň) P: 550 až 580	min. 64	185	Velmi výkonné nejvíce namáhané obráběcí nástroje, méně náročné na broušení, s velmi velkou řezivostí při nejnáročnějších řezných podmínkách pro obrábění nepřerušovaným řezem (za určitých podmínek i přerušovaným řezem) kovových materiálů těžkoobrobitelných, zejména obrazivních a tvrdých materiálů, např. nože obráběcích automatů a linek, nože soustružnické, revolverové, hoblovací, obrážecí a závitové, nože do frézovacích hlav a skládaných odvalovacích fréz, speciální vrtáky, výstružníky, výhlubníky a záhlubníky.

NŽ – normalizační žíhání, ŽM – žíhání na měkko, ŽP – žíhání na odstranění pnutí, K – kalení, P – popouštění

KLASIFIKACE A POUŽITÍ TVRDÝCH ŘEZNÝCH MATERIÁLŮ K OBRÁBĚNÍ KOVŮ S URČENOU ŘEZNOU HRANOU – OZNAČOVÁNÍ SKUPIN A PODSKUPIN POUŽITÍ

Výběr z ČSN ISO 513
(22 0801)
Účinnost od 1. 8. 2015

1 Předmět normy

Tato mezinárodní norma specifikuje klasifikaci a použití tvrdých řezných materiálů včetně tvrdokovů, keramiky, diamantu a nitridu bóru pro třískové obrábění a stanovuje jejich použití.
Neplatí pro jiná použití (důlní a jiné nárazové nástroje, průvlaky na tažení drátu, nástroje protváření kovů a doteky měřidel atd.).

2 Označení

Označení skupin použití tvrdých řezných materiálů zahrnuje písmena v souladu s tabulkami 1 až 4, následované pomlčkou a označením skupiny třískového obrábění a podskupiny použití.

Tabulka 1 Karbidy

Identifikační písmena	Skupina materiálu
HW	Nepovlakovaný karbid, obsahující hlavně karbid wolframu (WC) se zrnem velikosti ≥ 1 µm
HF	Nepovlakovaný karbid, obsahující hlavně karbid wolframu (WC) se zrnem velikosti < 1 µm
HT[a)]	Nepovlakovaný karbid, obsahující hlavně TiC nebo TiN nebo oboje
HC	Karbidy výše uvedené, ale povlakované
[a)] Tyto druhy se také nazývají „cermety“	

Tabulka 2 Keramika

Identifikační písmena	Skupina materiálu
CA	Keramika, obsahující hlavně Al_2O_3
CR	Keramika, obsahující hlavně Al_2O_3, vyztužené
CM	Smíšená keramika, obsahující hlavně Al_2O_3 plus složky jiné než oxidy
CN	Keramika nitridu křemíku, obsahující hlavně Si_3N_4
CC	Keramiky výše uvedené, ale povlakované

Tabulka 3 Diamant

Identifikační písmena	Skupina materiálu
DM	Monokrystalický diamant
DD	Polykrystalický diamant bez tmelu
DP	Polykrystalický diamant s tmelem

Tabulka 4 Nitrid bóru

Identifikační písmena	Skupina materiálu
BL	Kubický krystalický nitrid bóru s nízkým obsahem kubického nitridu bóru
BH	Kubický krystalický nitrid bóru s vysokým obsahem kubického nitridu bóru
BC	Kubické krystalické nitridy bóru výše uvedené, ale povlakované

Tabulka 5 Použití a klasifikace tvrdých řezných materiálů

Skupiny použití			Podskupiny použití			
Identifikační písmeno	**Identifikační barva**	**Obráběný materiál**	**Tvrdé řezné materiály**		–	
P	modrá	**Ocel:** všechny druhy oceli a lité oceli, vyjma korozivzdorné oceli s austenitickou strukturou	P01 P10 P20 P30 P40 P50	P05 P15 P25 P35 P45	↑[a]	↓[b]
M	žlutá	**Korozivzdorná ocel:** korozivzdorná austenitická a austenitickoferitická ocel a litá ocel	M01 M10 M20 M30 M40	M05 M15 M25 M35	↑[a]	↓[b]
K	červená	**Litina:** šedá litina, tvárná litina, temperovaná litina	K01 K10 K20 K30 K40	K05 K15 K25 K35	↑[a]	↓[b]
N	zelená	**Neželezné kovy:** hliník a ostatní neželezné kovy, nekovové materiály	N01 N10 N20 N30	N05 N15 N25	↑[a]	↓[b]
S	hnědá	**Superslitiny a titan:** žáruvzdorné speciální slitiny na základě železa, niklu a kobaltu, titanu a titanové slitiny	S01 S10 S20 S30	S05 S15 S25	↑[a]	↓[b]
H	šedá	**Tvrdé materiály:** kalená ocel, kalené litinové materiály, tvrzená litina	H01 H10 H20 H30	H05 H15 H25	↑[a]	↓[b]

[a] Zvyšování rychlosti, zvyšování otěruvzdornosti řezného materiálu (viz tabulku 6).
[b] Zvyšování posuvu, zvašování houževnatosti řezného materiálu (viz tabulku 6).

Příklady: HW–P10, HC–K20, CA–K10

Tabulka 6 Oblast použití grafu

Otěruvzdornost ↔ Houževnatost											
	01	05	10	15	20	25	30	35	40	45	50
P											
M										x	x
K										x	x
N								x	x	x	x
S								x	x	x	x
H								x	x	x	x

3 Klasifikace

3.1 Skupiny použití

Existuje šest skupin použití (viz tabulku 5). Ty jsou rozděleny v souladu s různými materiály obrobků, které jsou obráběny. Jsou identifikovány velkými písmeny a identifikační barvou.

3.2 Podskupiny použití

Každá skupina použití je rozdělena do podskupin použití. Podskupiny použití jsou označeny písmenem skupiny a klasifikačním číslem.

Výrobci řezných materiálů řadí ve správném pořadí jejich stupně do systému skupiny použití v souladu s telativní otěruvzdorností a stuněm houževnatosti (viz tabulku 6).

Tabulka 6 zobrazuje, že v souladu s touto mezinárodní normou pouze „P" stupně jsou používány v podmínkách dostatečně složitého a odůvodněného opotřebení/houževnatosti klasifikačních čísel 45 a 50. „M" a „K" stupně mohou mít klasifikační čísla nad 40 a zbývajícím skupinám (N, S a H) mohou být přidělena opotřebení/houževnatosti klasifikační čísla ne větší než 30. Výrobci mohou přiřadit libovolný dostupný kód ke specifikaci materiálu řezného nástroje s kvalifikovaným složením.

4 Důležité poznámky

Skupina použití není stejná jako stupeň řezného materiálu. Stupně od různých výrobců, které jsou ve stejné skupině použití, mohou být rozdílné, pokud jde o rozsah aplikací a úrovně vlastností. V rámci skupiny použití označení (např. „P01") není stejné se stupněm řezného materiálu. Stupně od různých výrobců se stejným označením v rámci skupiny použití mohou být rozdílné, pokud jde o složení, vlastnosti, rozsah aplikací a úroveň vlastností. Tato mezinárodní norma tedy neposkytuje data pro stupeň srovnávací tabulky.

SLITINY ŽELEZA NA ODLITKY

Označení podle ČSN	Vlastnosti, tepelné zpracování (°C)	Mechanické vlastnosti						Třída odpadu	Použití
		$R_{p0,2}$ (MPa)	R_m (MPa)	σ_D (MPa)			tvrdost HB		
				statické	mírjivé	střídavé			
Litiny									
42 2303	Tvárná feritická litina o vysoké houževnatosti a mezi únavy NŽ – 900, FŽ – 700 až 1 000	230	370	80 až 120	60 až 90	40 až 60	140 až 200	225	Odlitky do tloušťky stěn 5 až 100 mm i více, na součásti silničních vozidel, zemědělských strojů, převodové a ložiskové skříně, tělesa armatur aj. dynamicky namáhané odlitky; též odlitky pro tlustostěnné skříně kompresorů (> 100 mm)
42 2306	Tvárná perliticko-feritická litina o vysoké houževnatosti, obtížně svařitelná i obrobitelná NŽ – 900, FŽ – 700 až 1 000, ŽP – 450 až 500	370	600	120 až 190	90 až 140	60 až 90	200 až 260	225	Odlitky o tl. 5 až 100 mm namáhané mechanicky a otěrem; klikové a vačkové hřídele, ozubená kola, válce, písty, pístní kroužky, tlustostěnné skříně kompresorů pro teploty do –100 °C
42 2410	Šedá litina, velmi dobře obrobitelná s lupínkovým grafitem ŽP – 450 až 600, ŽO – 700 až 850, Ž – 850	100	240	20	15	10	180	213	Tenkostěnné odlitky o tl. stěn 4 až 15 mm, součásti kamen, skříně rozváděčů, sanitární a smaltované zboží, vodovodní trubky
42 2420	Šedá litina, dobře obrobitelná ŽP – 450 až 600, ŽO – 700 až 850 obrobitelná s lupínkovým grafitem	200	380	30 až 35	25 až 30	15 až 20	max. 220	212	Odlitky o tl. stěn 8 až 40 mm; strojní součásti, součásti motorů, turbín, pístových strojů, válce motorů a kompresorů apod.

Pokračování

Označení podle ČSN	Vlastnosti, tepelné zpracování (°C)	Mechanické vlastnosti						Třída odpadu	Použití
		$R_{p0,2}$ (MPa)	R_m (MPa)	σ_D (MPa)			tvrdost HB		
				statické	míjivé	střídavé			
42 2435	Šedá litina obtížně obrobitelná ŽP – 450 až 600	350	560	70 až 75	50 až 60	35 až 40	270	211	Odlitky o tl. stěn 40 až 100 mm i více; těžké velmi namáhané odlitky jednoduchých tvarů s mírnými přechody průřezů, stojany velkých obráběcích strojů, tělesa čerpadel, šaboty aj.
42 2532	Temperovaná feritická litina s černým lomem	–	300	60	40	20	180	235	Odlitky o tl. stěn 3 až 30 mm, stavební kování, klíče ke kohoutům, zátky, odlitky pro stavebnictví, méně namáhané součásti
42 2540	Temperovaná perlitická litina s bílým lomem	180 až 230	360 až 420	50 až 80	40 až 60	25 až 40	220	235	Odlitky o tl. stěn 3 až 30 mm, čapkové izolátory, tvarovky, odlitky pro motocykly a automobily, staticky velmi namáhané odlitky pro zvláštní účely
42 2555	Temperovaná perlitická litina neoduhličená	330	540	80 až 110	60 až 80	40 až 55	240	235	Odlitky o tl. stěn 3 až 30 mm; středně namáhané součásti, písty naftových motorů, vahadla, klikové hřídele
Oceli									
42 2633.1	Ocel na odlitky do tl. 25 mm, nad 25 mm podmíněně zaručená	200	400 až 550	65 až 90	43 až 63	22 až 32	115 až 160	001	Odlitky pro práci za teplot do 450 °C při vyšších tlacích, např. armatury, součásti parních kotlů a turbín, tlakových nádob, odlitky parních a vodních potrubí, zařízení válcovacích stolic a lisů

Pokračování

Označení podle ČSN	Vlastnosti, tepelné zpracování (°C)	Mechanické vlastnosti						Třída odpadu	Použití
		$R_{p0,2}$ (MPa)	R_m (MPa)	σ_D (MPa)			tvrdost HB		
				statické	míjivé	střídavé			
42 2709.1 (až 0,28 C + + 1,4 Mn)	Manganová ocel pro zvýšené opotřebení třením, s podmíněně zaručenou svařitelností NŽ – 880 až 900, ŽP – 600 až 650 K – 870 až 900 olej, voda, P – 620 až 650 voda	300	530 až 700	150 až 180	110 až 1 130	75 až 90	149 až 184	001	Více namáhané strojní součásti např. tlukadla, články traktorových pásů aj.
42 2905.9 (až 0,15 C + + 13 Cr)	Korozivzdorná chromová ocel, odolávající kavitaci s podmíněně zaručenou svařitelností Homogenizační žíhání 1 000 až 1 050 NŽ – 930 až 950 ŽP – 640 až 680 P – 660 až 700 pec, vzduch	350	550 až 750	170 až 200	125 až 145	85 až 100	160 až 220	024	Oběžná kola a lopatky vodních turbín, součásti vodních čerpadel, součásti parních kotlů, turbín, tlakových nádob, parních a vodních potrubí, armatury aj. do 425 °C
42 2912.2 (až 0,5 C + + 20 Cr)	Žárovzdorná chromová ocel obtížně svařitelná Ž – 700 až 800	–	min. 392	90 až 110	60 až 80	40 až 55	200 až 270	026	Roštnice, trysky hořáků, závěsy trubek, desky topenišť do 950 °C

FŽ – feritizační žíhání, NŽ – normalizační žíhání, ŽO – žíhání pro zlepšení obrobitelnosti, ŽP – žíhání na odstranění pnutí, Ž – žíhání, K – kalení, P – popouštění

TĚŽKÉ NEŽELEZNÉ KOVY

Označení podle ČSN, materiál	Výrobek, mechanické vlastnosti		Třída odpadu	Vlastnosti, tváření, tepelné zpracování (°C)	Použití
	R_m (MPa)	A_{10} (%)			
42 3003 Cu 99,85	Plechy, pásy, pruhy, tyče, trubky 200 až 290	38 až 12	312	Zvlášť vhodné pro svařování plamenem, měkké i tvrdé pájení. Dobré odporově, bodově a na tupo velmi dobré. L – 950, V – 800 až 900, Ž – 500 až 700, P – 300	Velmi namáhané svarové spoje. Pouze pro výrobu tlakových zařízení (chemických) pracujících při nízkých teplotách (tekuté plyny) i pro zařízení na výrobu syntetického lihu
42 3405 Nikl 99,6	Plechy, pásy, drát, tyče tvářené zastudena 275 až 550	30 až 2	711	Svařitelnost plamenem dobrá, elektrickým obloukem velmi dobrá. Tváření 900 až 1 150, Ž – 720 až 900	Různé součásti v elektrotechnickém a chemickém průmyslu, laboratorní pomůcky apod.
42 3420 Ni 92	Dráty tažené zastudena 600	200 až 20	722		Jádra obalených elektrod pro svařování šedé litiny zastudena

K – kování, L – lisování, V – válcování, Ž – žíhání

LEHKÉ NEŽELEZNÉ KOVY

Označení podle ČSN, materiál	Výrobek, mechanické vlastnosti		Třída odpadu	Vlastnosti, tváření, tepelné zpracování (°C)	Použití
	R_m (MPa)	A_{10} (%)			
Slévárenské slitiny Al a Mg					
42 4339 Al Si 8 Cu 2 Mn	Odlitky pod tlakem 250	–	829		Velmi namáhané a složité odlitky v automobilovém průmyslu, např. bloky motorů, skříně převodovek aj., nevhodné pro styk s potravinami
42 4357 (Al Cu 4 Si 5 Zn)	Odlitky do písku a do kokil min. 157	0,5 až 1	829		Složité, mechanicky namáhané odlitky, např. skříně motorů, klikové skříně, kryty startérů, zapisovací přístroje, křídlová kola, skříně magnetů
42 4519 Al Mg 10 Si Ca	Odlitky pod tlakem 250	–	823	Tepelně nezpracovaný	Odlitky vystavené účinkům prostředí, např. automobilové kování, fotografické přístroje, nádobí pro potravinářský průmysl
42 4911 Mg Al	Odlitky do písku a do kokil 150 až 230	A_5 = 2 až 5	912	Tepelně nezpracovaný nebo homogenizačně žíhaný 410 až 420/12 až 16 h vzduch či uměle stárnutý 170 až 180/16 h vzduch	Velmi namáhané součásti letadel, motorů, přístrojů, brzdové bubny, součásti podvozků, řídicí kola, páky, pedály, konzoly aj.

PLASTY

Název, zkratka, ČSN	Způsob zpracování, druh polotovaru	Fyzikální hodnoty	Mechanické hodnoty
		1. t_g/t_t (°C) 2. c_p (kJ.kg^{-1}.K^{-1}); 3. ϱ (kg.dm^{-3}); 4. ε (l)	1. R_m; R_e (MPa); 2. E (MPa); 3. A (%); 4. φ (%)
Termoplasty			
Polyethylén PE ČSN EN ISO 17855-2	rPE i lPE: VS, VČ VF, TV	1. −110/120; 2. 2,3 až 2,5; 3. 0,92 až 0,94; 4. 2,3 až 2,5	1. 8 až 10; 2. 150 až 500; 3. 300 až 1 100; 4. 1,5 až 3
	rPE i lPE: d, f, t	1. −122/137; 2. 2 až 2,3; 3. 0,94 až 0,96; 4. 2,3 až 2,5	1. 15 až 25 2. 600 až 1 400; 3. 100 až 1 000; 4. 2 až 4
Polyvinylchlorid PVC 64 3200	VS, VČ, VF, TV, ZP měkčený též VA d, b, t měkčený též f, t	1. 75/−; 2. 0,83 až 0,92; 3. 1,4; 4. 3,2 až 4	1. 45 až 65; 2. 2900 až 3 400; 3. 20 až 50; 4. 0,2 až 0,5
Polypropylén PP ČSN EN ISO 19069-2	VS, VČ, VF, TV d, t, v	1. −; 2. 1,4; 3. 0,91; 4. 2,25	1. R_e = 26 až 38; 2. 3 500 až 4 000 3. 0,91; 4. 1 až 2
Polyamidy PA ČSN EN ISO 1872-2 ČSN EN ISO 1874-2 (64 3610 až 13)	PA 66; VS, VČ PA 6; VS, VČ, VF PA 66; t PA 6; t, v	PA 66: 1. 65/265; 2. 1,7; 3. 1,12 až 1,15; 4. 4 až 6 PA 6: 1. 40/22; 2. 1,7 až 2,1; 3. 1,12 až 1,15; 4. 4,3	PA 66: 1. R_e = 55 až 85; 2. 1 700 až 3 000; 3. 30 až 220; 4. 1 až 2 PA 6: 1. 30 až 85; 2. 900 až 3 200; 3. 50 až 250; 4. 1 až 2,5
Polymethylmetakrylát (organické sklo – plexisklo) PMMA ČSN EN ISO 7823-1 (64 3414)	VS, VČ, TV, OD d, b	1. 105/−; 2. 1,46; 3. 1,18; 4. 3,6	1. 80 2. 3 300; 3. 5 až 6; 4. 0,3 až 0,8

Vlastnosti	Použití
Termoplasty	
rPE: měkký, houževnatý, teplotně odolný od −60 do max. 90 °C, chemicky proti kyselinám, zásadám, olejům a rozpouštědlům, výborný vysokofrekvenční izolátor lPE: tužší, pevnější, méně houževnatý, teploně odolný až do 95 °C	rPE: nenamáhaná málo pružná těsnění, hadice, vodovodní trubky, nádoby, láhve, víčka ve farmaceutice a potravinářství, fólie na obaly a antikorozní povlaky lPE: velké nádoby, dřezy, kbelíky, kanistry, vodovodní trubky, potrubní spojky, tvarovky a armatury. Vysokomolekulární PE na ozubená kola, lanové kotouče, otěruvzdorné lišty apod.
Tvrdý, pevný, dosti křehký, odolný kyselinám, zásadám, teplotně od −5 do 60 °C, uspokojivé elektroizolační vlastnosti, dobře se svařuje a lepí. Měkčený PVC obsahuje změkčovadla; měkký, ohebný, horší chemické a elektroizolační vlastnosti než tvrdý PVC. Pod 0 °C křehne	Vodovodní a odpadní potrubí, armatury, součásti čerpadel a trubky pro chemický průmysl, tvarovky, kyselinovzdorná vyložení nádrží. Měkčený na kabely, hadice, těsnění, podrážky, podlahoviny, vyložení nádrží, povlaky dopravních pásů, samolepicí tapety, těsnicí fólie, izolace vodičů
Dosti pevný, tuhý, houževnatý, teplotně odolný až do 130 °C, křehne pod −10 °C. Ostatní vlastnosti jako PE	Potrubí a jeho součásti pro horkou vodu, vlnovce, tělesa čerpadel, oběžná kola ventilátorů, nádoby akumulátorů, sterilizovatelné injekční stříkačky, přepravky na láhve a potraviny; též vlákna na pytle a plovoucí lana
Pevné, tuhé, houževnaté, odolné proti opotřebení, dobře tlumí rázy a chvění, odolné slabým zásadám, olejům a rozpouštědlům, teplotně do 80 °C, některé typy na vzduchu navlhají, neodolávají kyselinám, dobré elektroizolační vlastnosti	PA 66: šrouby, matice, ozubená kola, vačky, kluzná ložiska, klece valivých ložisek, nosná tělesa, rotory ventilátorů PA 6: jako PA 66, dále kladky, řemenice, silent bloky, součásti spojek, hadice, řemeny, lana. Vlákna (silon, nylon, dederon atd.), rybářské vlasce, struny. Povlaky jako ochrana proti korozi a otěru
Pevný, velmi tuhý, odolný proti opotřebení a otěru, teplotně do 90 °C, křehne při −50 °C. Odolává většině organických rozpouštědel, neodolává oxidačním činidlům a silnějším kyselinám. Rozměrově stabilní	Ozubená kola, kluzná ložiska, vačky, klece valivých ložisek, kladky, ventily a kohouty, šrouby a matice, pružiny, oběžná kola čerpadel, rukojeti nástrojů

VYBRANÉ VLASTNOSTI KOVOVÝCH VODIVÝCH MATERIÁLŮ

Materiál	Hustota ϱ ($kg.m^{-3}$)	Měrný elektrický odpor ϱ ($\mu\Omega.m$)	Teplota tavení t (°C)	Měrná tepelná kapacita c ($J.kg^{-1}.K^{-1}$)	Pevnost v tahu R_m (MPa)
Měď E Cu – tvrdá – žíhaná	8 890	0,019 0,018	1 083	383	190 až 400
Hliník E Al 99,5 – tvrdý – měkký	2 699	0,034 0,029	657	900	70 až 180
Mosaz	8 450	0,065 0,085	900 1 250	385	500
Bronz – hliníkový – křemíkový – beryliový	8 700 8 400 8 800 8 300	0,042 0,130 0,177 0,060	1 040 900 1 150	385	350 až 600
Ocelový drát	7 850	0,13 0,22	1 430	461	600 až 1 200
Ušlechtilé kovy					
Stříbro	10 491	0,016 4	961	234	100 až 400
Zlato	19 302	0,020 6	1 063	127	100 až 300
Platina	21 450	0,106	1 773	132,7	180 až 370
Iridium	22 400	0,053	2 410	134	
Osmium	22 500	0,095	3 000	129,8	
Paladium	12 020	0,104	1 552	245,3	140 až 540
Rhodium	12 410	0,045	1 966	252,9	510 až 2 100
Kovy s vysokou teplotou tavení					
Wolfram	19 300	0,083	3 400	135,2	130 až 4 150
Molybden	10 220	0,052	2 660	225	800 až 2 500
Niob	8 570	0,131	2 415	271	
Titan	4 504	0,478	1 668	522	
Zirkon	6 450	0,400	1 852	276	
Tantal	16 600	0,135	3 000	150	60 až 1 250

Hodnoty odporu jsou udávány při teplotě 20 °C

OCELOVÝ A LITINOVÝ ODPAD

Výběr z ČSN 42 0030
Účinnost od 1. 4. 1994

Třídy nelegovaného ocelového odpadu

Třída	Obsah prvku (%)	Poznámka
001	Cr max. 0,10 Ni max. 0,10 W max. 0,10 Co max. 0,03 Mo max. 0,03 V max. 0,10 Mn max. 2,00 Si max. 0,40 Cu max. 0,10 Sn max. 0,005 Pb max. 0,003 S max. 0,04 P max. 0,04	odpad vysoké čistoty
002	Cr max. 0,30 Ni max. 0,20 W max. 0,20 Mo max. 0,10 V max. 0,20 Mn max. 2,00 Cu max. 0,30 Sn max. 0,03 Pb max. 0,005 P + S max. 0,08	odpad průměrné čistoty
003	Cr max. 0,50 Ni max. 0,30 Mn max. 2,00 Cu max. 0,30	odpad nižší čistoty
004	Cr max. 1,00 Ni max. 0,50 Mn max. 8,00 Cu max. 0,30	odpad nízké čistoty
005	Cr max. 1,00 Ni max. 0,50 Mn max. 8,00 Cu max. 0,50	odpad velmi nízké čistoty

Třídy legovaného ocelového odpadu

Třída	Obsah prvku (%)	Poznámka
021 023 024 025 026 027	Cr 1,01 až 4,50 Cr 4,51 až 10,00 Cr 10,01 až 15,00 Cr 15,01 až 19,00 Cr 19,01 až 25,00 Cr 25,01 až 30,00	odpad ocelí chromových Cr
031	Mn min. 8,00	odpad ocelí manganových Mn
041 043 044	Ni max. 5,00 Ni 5,01 až 10,00 Ni min. 10,01	odpad ocelí niklových Ni
051	Mo max. 2,00	odpad ocelí molybdenových Mo
061	W max. 7,00	odpad ocelí wolframových W
071 073 074 075 076 077 078	Cr max. 5,00 Ni max. 6,00 Cr 10,00 až 20,00 Ni max. 6,00 Cr 20,00 až 30,00 Ni max. 6,00 Cr 15,00 až 23,00 Ni 5,00 až 13,00 Cr 23,01 až 30,00 Ni 7,00 až 15,00 Cr 20,00 až 30,00 Ni 15,01 až 25,00 Cr 20,00 až 30,00 Ni 25,01 až 40,00	odpad ocelí chromniklových CrNi

Pokračování

Třída	Obsah prvku (%)	Poznámka
081	Cr max. 6,00 Mo max. 4,00	odpad ocelí chrom-molybdenových CrMo
084	Cr max. 6,00 Mo max. 4,00 Ni max. 0,30	
085	Cr 6,01 až 15,00 Mo max. 4,00	
091	Cr 1,01 až 3,00 W 1,00 až 3,00	odpad ocelí chrom-wolframových CrW
092	Cr 2,00 až 5,00 W 8,00 až 12,00	
101	Ni max. 5,00 Mo max. 2,00	odpad ocelí nikl-molybdenových NiMo
111	Cr 7,00 až 12,00 Mn 15,00 až 20,00	odpad ocelí chrom-manganových CrMn
112	Cr max. 5,00 Ni 1,00 až 15,00 Mn 5,00 až 20,00	odpad ocelí chrom-nikl-manganových CrNiMn
113	Cr 15,00 až 25,00 Ni 1,00 až 10,00 Mn 5,00 až 20,00	
121	Cr max. 5,00 Ni max. 6,00 Mo max. 2,00	odpad ocelí chrom-nikl-molybdenových CrNiMo
122	Cr 15,00 až 25,00 Ni 5,00 až 15,00 Mo 1,00 až 5,00	
123	Cr 15,00 až 25,00 Ni 15,00 až 20,00 Mo 1,00 až 5,00	
131	Cr max. 2,00 Ni max. 5,00 W max. 5,00	odpad ocelí chrom-nikl-wolframových CrNiW

Pokračování

Třída	Obsah prvku (%)	Poznámka
132	Cr max. 5,00 Ni max. 5,00 W 5,00 až 10,00	odpad ocelí chrom-nikl-wolframových CrNiW
133	Cr 10,00 až 15,00 Ni max. 5,00 W max. 5,00	
134	Cr 15,00 až 25,00 Ni 30,00 až 40,00 W max. 5,00	
141	Cr max. 5,00 W max. 5,00 V max. 1,00	odpad ocelí chrom-wolfram-vanadových CrWV
142	Cr max. 5,00 W 8,00 až 19,00 V max. 5,00	
151	Cr max. 5,00 Mo max. 1,00 W max. 1,00 V max. 1,00	odpad ocelí chrom-molybden-wolfram-vanadových CrMoWV
152	Cr 5,01 až 10,00 Mo max. 4,00 W max. 4,00 V max. 5,00	
153	Cr max. 5,00 Mo 4,01 až 7,00 W 4,01 až 7,00 V max. 4,00	
154	Cr max. 5,00 Mo max. 1,00 W 7,00 až 15,00 V max. 5,00	
162	Cr max. 6,00 Mo max. 4,00 V max. 4,00	odpad ocelí chrom-molybden-vanadových CrMoV

Pokračování

Třída	Obsah prvku (%)	Poznámka
163	Cr 10,00 až 15,00 Mo max. 4,00 V max. 4,00	odpad ocelí chrom-molybden-vanadových CrMoV
171	Cr max. 5,00 Ni max. 5,00 Mo max. 2,00 W max. 5,00	odpad ocelí chrom-nikl-molybden-wolframových CrNiMoW
172	Cr 10,00 až 15,00 Ni max. 5,00 Mo max. 2,00 W max. 5,00	
173	Cr 10,00 až 20,00 Ni 9,00 až 20,00 Mo max. 2,00 W max. 5,00	
182	Cr max. 5,00 W 8,00 až 20,00 Co max. 6,00 V max. 5,00	odpad ocelí chrom-wolfram-kobalt-vanadových CrWCoV
183	Cr max. 5,00 W 8,00 až 20,00 Co 9,00 až 12,00 V max. 5,00	
184	Cr max. 5,00 Mo max. 6,00 W 5,00 až 20,00 Co max. 6,00 V max. 5,00	odpad ocelí chrom-molybden-wolfram-kobalt-vanadových CrMoWCoV
185	Cr max. 5,00 Mo max. 6,00 W 5,00 až 20,00 Co 9,00 až 12,00 V max. 5,00	
191	Cr max. 1,50 Ni max. 1,00 Cu min. 0,30	odpad ocelí ATMOFIX apod.

Pokračování

Třída	Obsah prvku (%)	Poznámka
192	Si min. 2,00	odpad ocelí křemíkových Si
194		odpad speciálních slitin (Hastelloy, Inconel, Nimonic, EI, Stellite atd.) tříděný podle značek
195		odpad ostatních legovaných ocelí tříděný podle značek

Třídy litinového odpadu

Třída	Obsah prvku (%)	Poznámka
213	C 2,70 až 3,80 Si 0,90 až 3,00 Mn 0,50 až 1,00 P max. 1,50 S max. 0,15	odpad litiny s lupínkovým grafitem, brzdové špalky se třídí zvlášť
214	C 3,20 až 4,00 Si 1,10 až 2,40 Mn 0,40 až 0,90 P max. 0,20 S max. 0,10	odpad litiny s lupínkovým grafitem odlévané do kovových forem
215	v rozmezí příslušné značky	odpad litiny válcové, tříděný podle jednotlivých značek, přípustné je třídění do skupin značek, určených výrobcem válců
225	C 1,70 až 4,00 Si 1,00 až 4,00 Mn 0,10 až 1,50 P max. 0,25 S max. 0,03	odpad litiny s kuličkovým grafitem
227	v rozmezí příslušné značky	odpad litiny zvláštního složení, třídí se podle jednotlivých značek
235	C 2,80 až 3,20 nežíhané C 0,50 až 2,70 žíhané Si 0,20 až 1,60 P max. 0,20 S 0,08 až 0,30	odpad litiny temperované dovoluje třídit vratný odpad podle základní struktury na odpad litiny feritické a perlitické
241	složení neurčeno	odpad litiny spálené

POZNÁMKY:

Navštivte naše internetové stránky:
www.albra.cz

Objednávky zasílejte na e-mail:
uvaly@albra.cz

POLOTOVARY

PÁSY A PRUHY Z OCELÍ TŘÍD 10 A 11 VÁLCOVANÉ ZA TEPLA

Výběr z ČSN 42 5340
Účinnost od 1. 1. 1987

Materiál: 10 004, 10 370, 10 420, 11 343, 11 373, 11 375, 11 378, 11 423, 11 425, 11 428, 11 500, 11 523, 11 600

Označení pásu (pruhu) šířky $b = 30$ mm a tloušťky $t = 2$ mm, s povrchem okujeným, s hranami rovnými, z oceli 10 370, normalizačně žíhaný:

▭ 30 × 2 ČSN 42 5340.01 – 10 370.1

Šířka b (mm)	Mezní úchylka šířky (mm)	Tloušťka t (mm)						
		2	2,25	2,5	2,75	3	3,5	4
		Hmotnost 1 m (kg)						
20		0,314	0,353	0,392	0,432	0,471	0,550	0,628
25		0,392	0,442	0,491	0,540	0,589	0,687	0,785
30		0,471	0,530	0,589	0,648	0,706	0,824	0,942
35		0,550	0,618	0,687	0,756	0,824	0,962	1,099
40		0,628	0,706	0,785	0,864	0,942	1,099	1,256
45		0,706	0,795	0,883	0,971	1,060	1,236	1,413
50		0,785	0,883	0,981	1,079	1,178	1,374	1,570
55		0,864	0,971	1,079	1,187	1,295	1,511	1,727
60		0,942	1,060	1,178	1,295	1,413	1,648	1,884
65		1,020	1,148	1,276	1,403	1,531	1,786	2,041
70		1,099	1,236	1,374	1,511	1,648	1,923	2,198
75		1,178	1,325	1,472	1,619	1,766	2,061	2,355
80	±0,5	1,256	1,413	1,570	1,727	1,884	2,198	2,512
85		1,334	1,501	1,668	1,835	2,002	2,335	2,669
90		1,413	1,590	1,766	1,943	2,120	2,473	2,826
95		1,492	1,678	1,864	2,051	2,237	2,610	2,983
100		1,570	1,766	1,962	2,159	2,355	2,748	3,140
105		1,648	1,855	2,061	2,267	2,473	2,885	3,297
110		1,727	1,943	2,159	2,375	2,590	3,022	3,454
115		1,806	2,031	2,257	2,483	2,708	3,160	3,611
120		1,884	2,120	2,355	2,590	2,826	3,297	3,768
125		1,962	2,208	2,453	2,698	2,944	3,434	3,925
130		2,041	2,296	2,551	2,806	3,062	3,572	4,082
135		2,120	2,384	2,694	2,914	3,179	3,709	4,239
140		2,198	2,473	2,748	3,022	3,297	3,846	4,396
145		2,276	2,561	2,846	3,130	3,415	3,984	4,553
150		2,355	2,649	2,944	3,328	3,532	4,121	4,710
160		2,512	2,826	3,140	3,454	3,768	4,396	5,024
170		2,669	3,003	3,336	3,670	4,004	4,671	5,338
180		2,826	3,179	3,532	3,886	4,239	4,946	5,652

Mezní úchylky tloušťky rozřezaného pásu

Rozměry v mm

Tloušťka	do 2,75	nad 2,75 do 4,0	nad 4,0	do 2,75	nad 2,75
Šířka	normální přesnost			zvýšená přesnost	
od 80 do 500	±0,24	±0,25	±0,30	±0,20	+0,20 −0,30

Šířky od 20 do 80 mm se vyrábějí s tolerancí tloušťky ±0,20 mm

Význam doplňkových číslic

První doplňková číslice	Stav povrchu	Druhá doplňková číslice	Úprava hran
0	okujený	0	přírodní hrany
		1	rovné hrany, vzniklé podélným dělením pásů
		2	rovné hrany, vzniklé odstřižením jednoduché šířky pásu

Písmenné označení pásů a pruhů: PLO

PLECHY TENKÉ Z OCELÍ TŘÍD 10 AŽ 16 VÁLCOVANÉ ZA TEPLA

Výběr z ČSN 42 5301
Účinnost od 1. 10. 1974

Označení plechu tloušťky $t = 1{,}5$ mm, šířky $b = 900$ mm, délky $l = 2\,500$ mm s povrchem mořeným, jednoduše rovnaný z oceli 11 373, normalizačně žíhaný, bez přejímání a hutního osvědčení:

P 1,5 – 900 × 2 500 ČSN 42 5301.21 – 11 373.1 – ČSN 42 0118.00

Rozměry v mm

Jmenovitá tloušťka t	Hmotnost 1 m² (kg)	Šířka b													
		Mezní úchylky tloušťky		500	600	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200	1 250	1 300	1 400	1 500
		od 500 do 1 000	nad 1 000 do 1 500	Největší délky l												
0,5	3,92	±0,05		2 000												
0,55	4,32	±0,05														
0,6	4,71	±0,06														
0,7	5,50	±0,07														
0,8	6,28	±0,07	±0,09		2 500											
0,9	7,06	±0,08	±0,10													
1,0	7,85	±0,09	±0,11													
1,3	10,20	±0,11	±0,13													
1,5	11,77	±0,13	±0,15													
1,8	14,13	±0,15	±0,17													
2,0	15,70	±0,17	±0,19							3 000						
2,2	17,27	±0,18	±0,20													
2,5	19,62	±0,20	±0,22													
2,8	21,98	±0,23	±0,25													

Délky jsou odstupňovány po 100 mm počínaje nejmenší délkou 1 500 mm

Tenké plechy se dodávají v rozměrech ($b \times l$): běžných 1 000 × 2 000 mm, b) předepsaných (podrobně viz ČSN 42 5301)

Mezní úchylky platí pro tyto oceli:

Tloušťka plechu (mm)	Značka oceli							
0,5 až 2,8	10 000.0 12 010.1	12 023.1	10 004.2	10 370.1	10 420.1	11 343.1	11 373.1	11 423.1
0,8 až 2,8	11 500.1 12 050.3 15 230.3	11 523.1 15 231.3	11 600.1 14 160.3 15 260.3	11 700.1 14 240.3 16 320.3	12 024.1 14 260.3 16 420.3	12 040.1 14 331.3	12 040.3 15 130.3	12 050.1 15 131.3
1 až 2,8	12 060.1 13 251.1	12 060.3 13 251.3	12 061.1 13 270.1	12 061.3 13 270.3	13 220.1			13 240.3
1,5 až 2,8	13 180.1	13 180.3						

PLECHY OCELOVÉ POZINKOVANÉ

Norma zrušena, informační údaje pro výuku (ČSN 42 5332)

Materiál: 10 004, 11 331; po dohodě též 11 301, 11 305, 11 321, 11 343, 11 373

Označení plechu tloušťky $t = 0{,}5$ mm, šířky $b = 750$ mm, délky $l = 2\,000$ mm, jednoduše rovnaný, z oceli 10 004, bez tepelného zpracování:

P pozinkovaný $0{,}5 - 750 \times 2\,000$ ČSN 42 5332.1 – 10 004.4

Rozměry v mm

Jmenovitá tloušťka t	Šířka b												Hmotnost 1 m² (kg)
	650	700	750	800	900	1 000	1 100	1 200	1 250	1 300	1 400	1 500	
	Největší délka l												
0,40	2 000												3,20
0,45													3,60
0,50													4,00
0,55	2 500					3 000							4,40
0,60							(4 000)						4,80
0,70													5,60
0,80													6,40
0,90													7,20
1,00													8,00
1,20													9,60
1,50													12,00
1,80													14,40
2,00													16,00
2,50													20,00
3,00													24,00

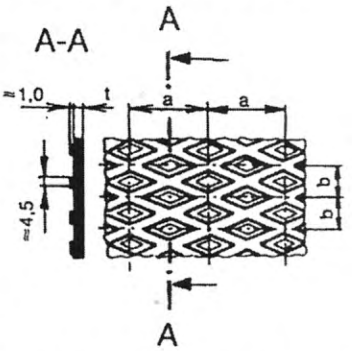
Skladové formáty:

pro $t = 0{,}40$ až $0{,}50$ mm je $b \times h = 800$ až $2\,000$ mm
pro $t = 0{,}55$ až 3 mm je $b \times h = 1\,000$ až $2\,000$ mm

PLECHY OCELOVÉ ŽEBROVANÉ Z OCELÍ TŘÍD 10 A 11 VÁLCOVANÉ ZA TEPLA

Výběr z ČSN 42 5390
Účinnost od 1. 7. 1990

Materiál: 10 004.0
11 373
11 425



Označení plechu tloušťky t = 4 mm, šířky b = 1 250 mm, délky l = 2 500 mm, s povrchem okujeným, z oceli 10 004, bez tepelného zpracování:

P ŽEBROVANÝ 4 – 1 250 × 2 500 ČSN 42 5390.0 – 10 004.0

Rozměry v mm

Jmenovitá tloušťka t	Mezní úchylky tloušťky	Šířka b					Hmotnost 1 m² (kg)	Odchylky hmotnosti (%)
		500	800	1 000	1 250	1 500		
		Největší délky l[1])						
4,0	±0,50	2 000 až 4 000[2])					35,4	±10
5,0	±0,60	2 000 až 6 000[3])					43,3	
6,0	±0,60						51,1	
7,0	±0,70						59,0	
8,0							66,8	
9,0							74,7	
10,0							82,5	

[1]) Délky jsou odstupňované po 500 mm, [2]) Po dohodě až 5 000 mm, [3]) Po dohodě až 12 000 mm
Běžně dodávané rozměry $b \times l$: 1 000 × 2 000, 1 250 × 2 500, 1 500 × 3 000 mm

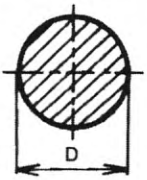
Způsob dodávání

První doplňková číslice	Význam
0	S osvědčením o jakosti a úplnosti, kterým dodavatel potvrzuje, že výrobky odpovídají uvedené normě
6	S hutním osvědčením, které obsahuje výsledky chemického rozboru, tavbové vzorky, zkoušky na tah a ohyb
9	Podle zvláštního ujednání

TYČE KRUHOVÉ VÁLCOVANÉ ZA TEPLA VYSOKÉ A ZVLÁŠŤ VYSOKÉ PŘESNOSTI

Výběr z ČSN 42 5510-2
Účinnost od 1. 3. 1987

Materiál: 10 000, 10 370, 10 420, 11 343, 11 366, 11 368, 11 373, 11 375, 11 416, 11 423, 11 474, 11 500, 11 523, 11 600, 11 700, 11 800



Označení kruhové tyče o průměru D = 20 mm s povrchem okujeným, k obrábění, zvlášť rovnané, z oceli 11 373:

∅ 20 ČSN 42 5510.12 – 11 373.0 – ČSN 42 0138.50

Průměr D (mm)	Mezní úchylky přesnosti (mm)		Plocha průřezu (mm^2)	Hmotnost 1 m (kg)	Průměr D (mm)	Mezní úchylky přesnosti (mm)		Plocha průřezu (mm^2)	Hmotnost 1 m (kg)
	normální	zvýšené				normální	zvýšené		
5,5	±0,4	±0,3	23,8	0,187	**40**	±0,8	±0,6	1 260	9,86
6,0			28,3	0,222	42			1 390	10,90
7,0			38,5	0,302	**45**			1 590	12,50
8,0			50,3	0,395	48			1 810	14,20
9,0			63,6	0,499	**50**			1 960	15,40
10,0			78,5	0,617	**55**	±1,0	±0,8	2 380	18,70
11,0			95,0	0,746	**60**			2 830	22,20
12,0			113,0	0,888	**65**			3 320	26,00
13,0			133,0	1,040	**70**			3 850	30,20
14,0			154,0	1,210	**75**			4 420	34,70
15,0			177,0	1,390	**80**			5 030	39,50
16,0	±0,5	±0,4	201,1	1,580	85	±1,3	±1,0	5 670	44,50
17,0			227,0	1,780	**90**			6 360	49,90
18,0			254,0	2,000	95			7 090	55,60
20,0			314,0	2,470	**100**			7 850	61,70
21,0			346,0	2,720	105	±1,5	±1,2	8 660	68,00
22,0			380,0	2,980	**110**			9 500	74,60
23,0			415,0	3,260	115			10 400	81,50
24,0			452,0	3,550	**120**			11 300	88,80
25,0			491,0	3,850	125	±2,0	±1,6	12 300	96,30
26,0	±0,6	±0,5	531,0	4,170	130			13 300	104,00
28,0			616,0	4,830	**140**			15 400	121,00
30,0			707,0	5,550	150			17 700	139,00
32,0			804,0	6,310	**160**			20 100	158,00
34,0			908,0	7,130	170	±2,5	±2,0	22 700	178,00
35,0			962,0	7,550	**180**			25 400	200,00
36,0	±0,8	±0,6	1 020,0	7,990	190			28 400	223,00
38,0			1 130,0	8,900	**200**			31 400	247,00

Tyče se dodávají z ocelí tříd 10 až 17 a 19 podle materiálových listů, v délkách 3 až 6 m
První doplňková číslice – stav povrchu: O – okujený

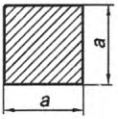
Úchylky přímosti tyčí

Druhá doplňková číslice	Tyče podle přímosti	Dovolené úchylky přímosti měřené délky (%)	
		$12 < d < 36$ mm	$d > 36$ mm
0	nerovnané	2	1
1	rovnané	0,5	
2	zvlášť rovnané	0,25	
9	rovnané podle dohody	podle dohody	

Písmenné označení kruhové tyče: KR

OCELOVÉ TYČE ČTVERCOVÉ VÁLCOVANÉ ZA TEPLA PRO VŠEOBECNÉ POUŽITÍ

Výběr z ČSN EN 100 59
(42 5549)
Účinnost od 1. 10. 2004



Označování ocelové tyče čtvercové válcované za tepla:

- termínem „TYČ ČTVERCOVÁ“;
- číslem evropské normy (EN 10059);
- rozměry v mm (strana čtverce x délka – M, F nebo E viz předcházející tabulku);
- číslem normy jakosti oceli a značkou nebo číselným označením oceli.

Příklad:

TYČ ČTVERCOVÁ EN 10059 – 60x6000M

OCEL EN 10025 – S235JR

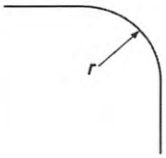
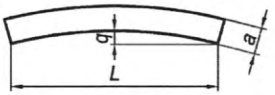
Rozměr *a*	Mezní úchylky [a]	Hmotnost [b], [c]	Plocha příčného průřezu		Rozměr *a*	Mezní úchylky [a]	Hmotnost [b], [c]	Plocha příčného průřezu
(mm)	(mm)	(kg/m)	(cm^2)		(mm)	(mm)	(kg/m)	(cm^2)
8		0,502	0,64		40		12,6	16,0
10		0,785	1,00		45	± 0,8	15,9	20,3
12	± 0,4	1,13	1,44		50		19,6	25,0
13		1,33	1,69		55		23,7	30,3
14		1,54	1,96		60		28,3	36,0
15		1,77	2,25		65		33,2	42,3
16		2,01	2,56		70	± 1,0	38,5	49,0
18		2,54	3,24		75		44,2	56,3
20	± 0,5	3,14	4,00		80		50,2	64,0
22		3,80	4,84		90		63,6	81,0
24		4,52	5,76		100	± 1,3	78,5	100
25		4,91	6,25		110		95,0	121
26		5,31	6,76		120	± 1,5	113	144
28		6,15	7,84		130		133	169
30	± 0,6	7,07	9,00		140	± 1,8	154	196
32		8,04	10,2		150		177	225
35		9,62	12,3					

[a] Pokud je to dohodnuto při objednávání, lze dodat výrobky pouze s kladnými úchylkami v celém rozsahu tolerančního pole

[b] Hmotnost byla vypočtena z hustoty oceli 7,85 kg/dm^3

[c] Hmotnosti ocelových tyčí z korozivzdorných ocelí se musí násobit koeficienty uvedenými v EN 10088-1

Mezní úchylky rozměrů a tolerance tvaru tyčí čtvercových válcovaných za tepla pro všeobecné účely

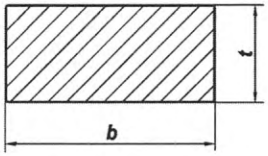
Poloměr zaoblení hran r	Jmenovitá velikost strany čtverce	r
	$8 \leq a \leq 12$	$r \leq 1$
	$12 < a \leq 20$	$r \leq 1{,}5$
	$20 < a \leq 30$	$r \leq 2$
	$30 < a \leq 50$	$r \leq 2{,}5$
	$50 < a \leq 100$	$r \leq 3$
	$100 < a \leq 150$	$r \leq 4$
Přímost q	Jmenovitá velikost strany čtverce	Tolerance
	a ≤ 25	není stanovena
	$25 < a \leq 80$	$q \leq 0{,}4\ \%\ z\ L$
	$80 < a$	$q \leq 0{,}25\ \%\ z\ L$
Zkroucení	Jmenovitá velikost strany čtverce	Tolerance
	$8 \leq a \leq 14$	4°/m, max. 24°
	$14 < a \leq 50$	3°/m, max. 18°
	$50 < a$	3°/m, max. 15°
Kolmost u	Jmenovitá velikost strany čtverce	Tolerance
Viz obrázek 2	a ≤ 50	1,50
	50 < a ≤ 75	2,25
	75 < a ≤ 100	3,00
	$100 < a \leq 150$	4,50

Mezní úchylky délek

Druh délky [a]	Rozsah délek (mm)	Mezní úchylky[b]
Výrobní délky (M)	od 3 000 do 13 000 v rozsahu 2 000 na dodávku	10 % dodávaných tyčí může být pod objednaným rozsahem, ale nesmí být kratší než 75 % minima rozsahu
Přibližné délky (F)	od 3 000 do 13 000	± 100 mm
Přesné délky (E)	< 6 000	± 25 mm
	$6\,000 \leq L \leq 13\,000$	± 50 mm
[a] Odběratel určí při objednávání druh délky, délkový rozsah nebo požadovanou délku		
[b] Pokud je to dohodnuto při objednávání, lze dodat výrobky pouze s kladnými úchylkami v celém rozsahu tolerančního pole		

OCELOVÉ TYČE PLOCHÉ VÁLCOVANÉ ZA TEPLA PRO VŠEOBECNÉ POUŽITÍ

Výběr z ČSN EN 100 58
(42 5522)
Účinnost od 1. 10. 2004



Označování ocelové tyče ploché válcované za tepla:

- termínem „TYČ PLOCHÁ“;
- číslem evropské normy (EN 10058);
- rozměry v mm (šířka x tloušťka x délka – M, F nebo E viz následující tabulku);
- číslem normy jakosti oceli a značkou nebo číselným označením oceli.

Příklad:

TYČ PLOCHÁ EN 10058 – 20x5x6000M

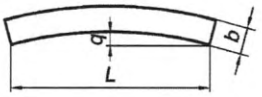
OCEL EN 10025 – S235JR

Šířka	Tloušťka *t* (mm)													
b	5	6	8	10	12	15	20	25	30	35	40	50	60	80
(mm)	Hmotnost (kg/m [a), b)])													
10	0,393													
12	0,471	0,565												
15	0,589	0,707	0,942	1,18										
16	0,628	0,754	1,00	1,26										
20	0,785	0,942	1,26	1,57	1,88	2,36								
25	0,981	1,18	1,57	1,96	2,36	2,94								
30	1,18	1,41	1,88	2,36	2,83	3,53	4,71							
35	1,37	1,65	2,20	2,75	3,30	4,12	5,50							
40	1,57	1,88	2,51	3,14	3,77	4,71	6,28	7,85	9,42					
45	1,77	2,12	2,83	3,53	4,24	5,30	7,07	8,83	10,60					
50	1,96	2,36	3,14	3,93	4,71	5,89	7,85	9,81	11,8					
60	2,36	2,83	3,77	4,71	5,65	7,07	9,42	11,8	14,1	16,5	18,8			
70	2,75	3,30	4,40	5,50	6,59	8,24	11,0	13,7	16,5	19,2	22,0			
80	3,14	3,77	5,02	6,28	7,54	9,42	12,6	15,7	18,8	22,0	25,1	31,4	37,7	
90	3,53	4,24	5,65	7,07	8,48	10,6	14,1	17,7	21,2	24,7	28,3	35,3	42,4	
100	3,93	4,71	6,28	7,85	9,42	11,8	15,7	19,6	23,6	27,5	31,4	39,3	47,1	
120		5,65	7,54	9,42	11,3	14,1	18,8	23,6	28,3	33,0	37,7	47,1	56,5	
150		7,06	9,42	11,8	14,1	17,7	23,6	29,4	35,3	41,2	47,1	58,9	70,7	94,2

[a)] Hmotnost byla vypočtena z hustoty oceli 7,85 kg/dm^3

[b)] Hmotnosti ocelových tyčí z korozivzdorných ocelí musí být násobeny koeficienty uvedenými v EN 10088-1

Mezní úchylky rozměrů a tolerance tvaru plochých tyčí válcovaných za tepla pro všeobecné účely

Šířka b	Jmenovitá šířka	Mezní úchylky [a]
Viz obrázek 1	$10 \le b \le 40$	± 0,75
	$40 < b \le 80$	± 1
	$80 < b \le 100$	± 1,5
	$100 < b \le 120$	± 2
	$120 < b \le 150$	± 2,5
Tloušťka t	Jmenovitá tloušťka	Mezní úchylky [a]
Viz obrázek 1	$t \le 20$	± 0,5
	$20 < t \le 40$	± 1
	$40 < t \le 80$	± 1,5
Přímost q	Jmenovitý příčný průřez	Tolerance přímosti vzhledem k ploše šířky b
	< 1 000 mm^2 ≥ 1 000 mm^2	$q \le 0{,}4$ % z L $q \le 0{,}25$ % z L
Kolmost u	Jmenovitá tloušťka	Tolerance kolmosti
Viz obrázek 2	$10 \le t \le 25$	0,5
	$25 < t \le 40$	1
	$40 < t \le 80$	1,5

[a] Pokud je to dohodnuto při objednávání, lze dodat výrobky s kladnými mezními úchylkami v celém rozsahu tolerančního pole

Mezní úchylky délek

Druh délky [a]	Rozsah délek (mm)	Mezní úchylky [b]
Výrobní délky (M)	od 3 000 do 13 000 v rozsahu 2 000 na dodávku	10 % dodávaných tyčí může být pod objednaným rozsahem, ale nesmí být kratší než 75 % minima rozsahu
Přibližné délky (F)	od 3 000 do 13 000	± 100 mm
Přesné délky (E)	< 6 000	± 25 mm
	$6\,000 \le L \le 13\,000$	± 50 mm

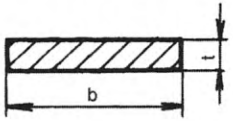
[a] Odběratel určí při objednávání druh délky, délkový rozsah nebo požadovanou délku

[b] Pokud je to dohodnuto při objednávání, lze dodat výrobky s kladnými mezními úchylkami v celém rozsahu tolerančního pole

ŠIROKÁ OCEL TŘÍDY 10 A 11 VÁLCOVANÁ ZA TEPLA

Výběr z ČSN 42 5524
Účinnost od 1. 4. 1986

Materiál: 10 000.0, 10 370.0, 10 420.0, 11 343.0, 11 373.0, 11 375.0, 11 378.0, 11 416.0, 11 423.0, 11 425.0, 11 483.0, 11 500.0, 11 503.0, 11 523.0, 11 600.0, 11 700.0



Označení široké oceli o šířce b = 180 mm a tloušťce t = 8 mm s povrchem okujeným, z ocelí 11 423, ve stavu normalizačně žíhaném:

ŠIROKÁ OCEL 180×8 ČSN 42 5524.0 – 11 423.1 – ČSN 42 0138.00

Šířka b (mm)	Mezní úchylky šířky (mm)	Tloušťka t (mm)								
		6	7	8	9	10	12	14	16	18
		Hmotnost 1 m (kg)								
160	±3,5	7,54	8,49	10,05	11,30	12,56	15,07	17,58	20,10	22,61
170		8,01	9,34	10,68	12,01	13,35	16,01	18,68	21,35	24,02
180		8,48	9,89	11,30	12,72	14,13	16,96	19,78	22,61	25,43
190	±4	8,95	10,44	11,93	13,42	14,92	17,90	20,88	23,86	26,85
200		9,42	10,99	12,56	14,13	15,70	18,84	21,98	25,12	28,26
210		9,89	11,54	13,19	14,84	16,49	19,78	23,08	26,38	29,67
220	±5,0	10,36	12,09	13,82	15,54	17,27	20,72	24,18	27,63	31,09
240			13,19	15,07	16,96	18,84	22,61	26,38	30,14	33,91
250			13,74	15,70	17,66	19,63	23,55	27,48	31,40	35,33
260	±6		14,29	16,33	18,37	20,41	24,49	28,57	32,66	36,74
280			15,39	17,58	19,78	21,98	26,38	30,77	35,17	39,56
300			16,49	18,84	21,20	23,55	28,26	32,97	37,68	42,39

Šířka b (mm)	Mezní úchylky šířky (mm)	Tloušťka t (mm)								
		20	25	30	35	40	45	50	55	60
		Hmotnost 1 m (kg)								
160	±3,5	25,12	31,40	37,70						
170		26,69	33,36	40,04						
180		28,26	35,33	42,39						
190	±4	29,83	37,29	44,75						
200		31,40	39,25	47,10						
210		32,97	41,21	49,45						
220	±5,0	34,54	43,18	51,81						
240		37,68	47,10	56,52	64,94	75,36	84,78	94,20	103,60	113,00
250		39,25	49,05	58,88	67,68	78,50	88,31	98,13	107,90	117,80
260	±6	40,82	51,03	61,23	69,44	81,64	91,85	102,10	112,30	122,50
280		43,96	54,95	65,94	76,93	87,92	98,91	109,90	120,90	131,80
300		47,10	58,88	70,65	82,43	94,20	106,00	117,80	129,50	141,30

Široká ocel se dodává s povrchem okujeným, v délkách od 3 do 14 m, oceli šířek do 220 mm od 3 do 12 m
Pro širokou ocel platí technické dodací předpisy ČSN 42 0138
Úchylka přímosti ve směru šířky i tloušťky měřené po délce je max. 1,5 % délky

Nejmenší tloušťky pro širokou ocel s $R_m > 490$ MPa: 7 mm pro $b = 160$ až 220 mm, 8 mm pro $b = 240$ až 400 mm

Mezní úchylky tloušťky (mm)

6 až 10	12 až 14	16 až 18	20 až 25	30 až 35	40 až 60
±0,5	±0,6	±0,8	±1,0	±1,2	±1,4

Písmenné označení široké oceli: PLO

PLECHY TLUSTÉ Z OCELÍ TŘÍD 10 až 16 VÁLCOVANÉ ZA TEPLA

Výběr z ČSN 42 5310
Účinnost od 1. 8. 1991

Označení plechu tloušťky 15 mm, šířky 1 800 mm, délky 4 500 mm s povrchem okujeným, jednoduše rovnaný, z oceli 11 375 bez tepelného zpracování s osvědčením o chemickém rozboru tavby, bez požadavku zkoušení:

P 15 – 1800 × 4500 ČSN 42 5310.11 – 11 375.0 ČSN 42 0209.50

Jmenovitá tloušťka [mm]	Značka oceli
3 až 7	16 420
3 až 10	13 240, 14 260
3 až 15	13 180, 13 251, 13 270, 15 130
3 až 16	11 373
3 až 30	15 131
3 až 40	10 370, 10 420, 11 300, 11 343, 11 423
3 až 60	11 379, 11 448, 11 529
3 až 80	12 024, 13 220
3 až 100	10 005, 11 378, 11 428, 11 443, 11 449, 11 455, 11 500, 11 523, 11 600, 11 700
3 až 120	10 004, 11 375, 11 425
4 až 10	14 240
4 až 12	15 217
4 až 40	15 230
4 až 60	15 231
4 až 100	12 030, 12 050
4 až 120	12 010, 12 020, 12 040, 12 060, 12061
5 až 30	15 222
5 až 100	11 483
6 až 20	16 320
6 až 40	12 014, 13 221
6 až 50	13 320, 16 224
6 až 60	11 484, 11 503
6 až 100	15 422
8 až 30	16 310
10 až 40	14 331
10 až 50	15 260, 16 532
12 až 50	15 127
20 až 60	14 220

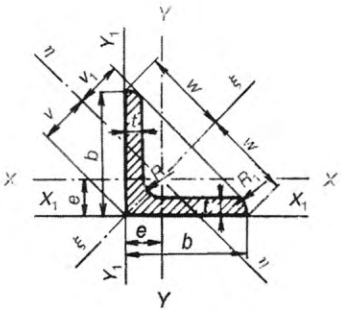
Tloušťky plechu jsou odstupňovány:
3 až 5 mm ... po 0,5 mm
5 až 26 mm ... po 1,0 mm
20 až 60 mm ... po 2,0 mm
přes 60 mm ... po 5,0 mm

Plechy z ocelí tř. 10 a 11 se dodávají v běžných rozměrech:
u tlouštěk 3 až 4,5 mm ... 1 000 × 2 000; 1 250 × 2 500; 1 500 × 3 000; 1 600 × 3 200 (mm),
u tlouštěk 5 mm a větších ... 1 000 × 2 000; 1 250 × 2 500; 1 500 × 2 000; 1 600 × 3 200; 2 000 × 4 000 (mm).

TYČE PRŮŘEZU ROVNORAMENNÉHO L Z KONSTRUKČNÍCH OCELÍ VÁLCOVANÉ ZA TEPLA

Výběr z ČSN 42 5541
Účinnost od 1. 10. 1976

Materiál: 10 000.0, 10 370.0, 11 343.0, 11 373.0, 11 375.0, 11 378.0, 11 423.0, 11 425.0, 11 523.0, po dohodě též 11 379.0, 11 529.0, 15 217.0.



Označení tyče průřezu rovnoramenného L o šířce ramen $b = 60$ mm a tloušťce ramen $t = 6$ mm, z oceli 11 373, ve stavu tepelně nezpracovaném, s povrchem okujeným, rovnané, s kontrolou jakosti podle skupin bez zřetele k tavbám, s provedením zkoušky tahem:

L 60 × 6 – ČSN 42 5541.1 – 11 373.0

Označení průřezu L (mm)	Jmenovité rozměry (mm)				Vzdálenosti os				Plocha průřezu (mm²)
	b	t	R	R_1	e	w	v	v_1	
					(cm)				
20 × 20 × 3	20	3	3,5	2,0	0,60	1,41	0,84	0,70	111
25 × 25 × 3	25	3	3,5	2,0	0,72	1,78	1,02	0,88	141
25 × 25 × 4	25	4	3,5	2,0	0,76	1,77	1,07	0,89	184
30 × 30 × 3	30	3	5,0	2,5	0,83	2,12	1,18	1,05	173
30 × 30 × 4	30	4	5,0	2,5	0,88	2,12	1,24	1,06	226
35 × 35 × 3	35	3	5,0	2,5	0,96	2,47	1,35	1,23	203
35 × 35 × 4	35	4	5,0	2,5	1,00	2,47	1,42	1,24	266
40 × 40 × 3	40	3	5,0	3,0	1,07	2,83	1,51	1,41	234
40 × 40 × 4	40	4	6,0	3,0	1,12	2,83	1,58	1,41	307
40 × 40 × 5	40	5	6,0	3,0	1,16	2,83	1,64	1,42	378
45 × 45 × 3	45	3	7,0	3,5	1,18	3,18	1,67	1,58	266
45 × 45 × 4	45	4	7,0	3,5	1,23	3,18	1,74	1,58	349
45 × 45 × 5	45	5	7,0	3,5	1,28	3,18	1,80	1,59	430
50 × 50 × 4	50	4	7,0	3,5	1,35	3,54	1,92	1,76	389
50 × 50 × 5	50	5	7,0	3,5	1,40	3,54	1,98	1,76	480
50 × 50 × 6	50	6	7,0	3,5	1,44	3,56	2,04	1,77	569
55 × 55 × 5	55	5	8,0	4,0	1,51	3,89	2,14	1,93	531
55 × 55 × 6	55	6	8,0	4,0	1,56	3,89	2,21	1,94	630
60 × 60 × 6	60	6	8,0	4,0	1,68	4,24	2,38	2,12	690
60 × 60 × 8	60	8	8,0	4,0	1,77	4,24	2,50	2,14	902
65 × 65 × 6	65	6	9,0	4,5	1,80	4,60	2,54	2,29	752
65 × 65 × 8	65	8	9,0	4,5	1,88	4,60	2,66	2,31	984
70 × 70 × 6	70	6	10,0	5,0	1,91	4,95	2,71	2,46	814
70 × 70 × 7	70	7	10,0	5,0	1,96	4,95	2,77	2,47	941
70 × 70 × 8	70	8	10,0	5,0	2,00	4,95	2,83	2,48	1 066
80 × 80 × 6	80	6	10,0	5,0	2,16	5,66	3,06	2,82	934
80 × 80 × 8	80	8	10,0	5,0	2,25	5,66	3,18	2,83	1 226
80 × 80 × 10	80	10	10,0	5,0	2,33	5,66	3,30	2,86	1 510
90 × 90 × 6	90	6	10,0	5,0	2,41	6,36	3,41	3,17	1 054
90 × 90 × 8	90	8	10,0	5,0	2,50	6,36	3,54	3,19	1 386

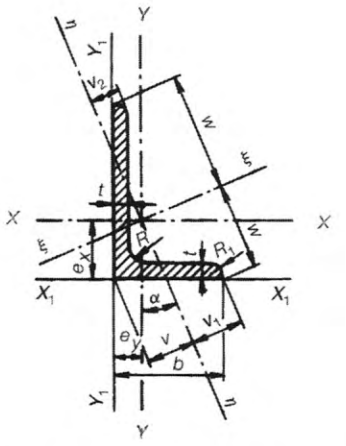
Statické hodnoty pro osy ohybu

Označení průřezu L	$X-X, Y-Y$			X_1-X_1	$\xi-\xi$		$\eta-\eta$		
	J (cm^4)	W (cm^3)	i (cm)	J_{x_1} (cm^4)	J_ξ (cm^4)	i_ξ (cm)	J_η (cm^4)	W_η (cm^3)	i_η (cm)
20 × 20 × 3	0,40	0,28	0,59	0,80	0,61	0,74	0,18	0,22	0,40
25 × 25 × 3	0,79	0,45	0,75	1,53	1,26	0,94	0,34	0,33	0,48
25 × 25 × 4	1,01	0,58	0,74	2,08	1,59	0,93	0,43	0,40	0,48
30 × 30 × 3	1,41	0,65	0,90	2,61	2,22	1,13	0,60	0,51	0,59
30 × 30 × 4	1,81	0,85	0,89	3,55	2,85	1,12	0,77	0,62	0,58
35 × 35 × 3	2,30	0,90	1,06	2,30	3,62	1,33	0,97	0,72	0,69
35 × 35 × 4	2,96	1,18	1,05	5,63	4,68	1,32	1,25	0,88	0,68
40 × 40 × 3	3,46	1,18	1,21	6,14	5,45	1,52	1,48	0,98	0,79
40 × 40 × 4	4,49	1,55	1,20	8,33	7,08	1,51	1,90	1,20	0,78
40 × 40 × 5	5,45	1,91	1,19	10,54	8,59	1,50	2,30	1,40	0,78
45 × 45 × 3	4,96	1,49	1,36	8,65	7,77	1,70	2,14	1,29	0,89
45 × 45 × 4	6,47	1,97	1,36	11,75	10,18	1,70	2,75	1,58	0,88
45 × 45 × 5	7,88	2,44	1,35	14,88	12,41	1,69	3,34	1,85	0,88
50 × 50 × 4	9,01	2,47	1,52	16,15	14,21	1,91	3,81	1,99	0,99
50 × 50 × 5	11,00	3,05	1,51	20,42	17,37	1,90	4,63	2,34	0,98
50 × 50 × 6	12,88	3,62	1,50	24,73	20,34	1,89	5,43	2,66	0,97
55 × 55 × 5	14,78	3,71	1,66	26,98	23,31	2,09	6,26	2,92	1,08
55 × 55 × 6	17,36	4,40	1,65	32,69	27,39	2,08	7,33	3,32	1,07
60 × 60 × 6	22,87	5,25	1,81	42,46	36,14	2,28	9,60	4,03	1,17
60 × 60 × 8	29,23	6,90	1,79	57,40	46,14	2,26	12,33	4,93	1,16
70 × 70 × 6	36,83	7,24	2,12	66,64	58,07	2,66	15.59	5,76	1,38
70 × 70 × 7	42,25	8,38	2,11	78,37	66,67	2,66	17,83	6,43	1,37
70 × 70 × 8	47,45	9,49	2,10	90,17	74,88	2,64	20,01	7,07	1,36
80 × 80 × 6	56,02	9,59	2,44	99,72	88,50	3,07	23,54	7,69	1,58
80 × 80 × 8	72,45	12,60	2,43	134,62	114,60	3,05	30,30	9,52	1,57
80 × 80 × 10	87,72	15,47	2,40	169,94	138,62	3,02	36,82	11,16	1,56
90 × 90 × 6	80,94	12,28	2,77	142,29	128,07	3,48	33,82	9,91	1,79
90 × 90 × 8	105,02	16,15	2,75	191,76	166,37	3,46	43,66	12,34	1,77

TYČE PRŮŘEZU NEROVNORAMENNÉHO L Z KONSTRUKČNÍCH OCELÍ VÁLCOVANÝCH ZA TEPLA

Výběr z ČSN 42 5545
Účinnost od 1. 2. 1979

Materiál: 10 000.0, 10 370.0, 11 373.0, 11 375.0, 11 378.0, 11 425.0, 11 523.0, popř. 11 379.0, 11 529.0, 15 217.0



Označení tyče průřezu nerovnoramenného L o šířce většího ramene $h = 160$ mm, menšího ramene $b = 100$ mm, tloušťce ramen $t = 14$ mm, z oceli 11 373 ve stavu tepelně nezpracovaném, s povrchem okujeným, rovnané, s kontrolou jakosti, s provedením zkoušky tahem:

L 160 × 100 × 14 – ČSN 42 5545.01 – 11 373.0

Rozměry průřezů, polohy těžišť a plochy průřezů

Označení průřezu L (mm)	Jmenovité rozměry (mm)				Vzdálenosti os (cm)							tg α	Plocha průřezu (mm²)
	a	b	t	R	e_x	e_y	w	w_1	v	v_1	v_2		
30 × 20 × 3	30	20	3	4	0,99	0,50	2,05	1,49	0,85	1,05	0,53	0,421	143
30 × 20 × 4	30	20	4	4	1,03	0,54	2,03	1,51	0,89	1,04	0,56	0,141	186
40 × 25 × 3	40	25	3	4	1,32	0,58	2,71	1,92	1,01	1,37	0,63	0,381	188
40 × 25 × 4	40	25	4	4	1,36	0,62	2,69	1,94	1,06	1,36	0,66	0,376	246
40 × 25 × 5	40	25	5	4	1,40	0,66	2,67	1,95	1,11	1,35	0,69	0,370	302
45 × 30 × 4	45	30	4	4	1,48	0,74	3,07	2,26	1,27	1,58	0,82	0,431	286
45 × 30 × 5	45	30	5	4	1,52	0,78	3,05	2,27	1,31	1,58	0,85	0,425	352
50 × 30 × 4	50	30	4	6	1,67	0,70	3,37	2,34	1,21	1,67	0,73	0,348	308
50 × 30 × 5	50	30	5	6	1,72	0,74	3,34	2,36	1,26	1,66	0,76	0,345	379
60 × 40 × 5	60	40	5	6	1,96	0,97	4,10	2,99	1,67	2,11	1,07	0,430	479
60 × 40 × 6	60	40	6	6	2,00	1,01	4,08	3,01	1,71	2,11	1,10	0,427	568
60 × 40 × 7	60	40	7	6	2,04	1,05	4,06	3,03	1,76	2,10	1,13	0,423	655
65 × 50 × 5	65	50	5	6	1,99	1,25	4,53	3,59	2,08	2,39	1,48	0,574	554
65 × 50 × 6	65	50	6	6	2,04	1,29	4,52	3,61	2,13	2,39	1,51	0,572	658
65 × 50 × 7	65	50	7	6	2,08	1,33	4,50	3,62	2,19	2,40	1,53	0,569	760
65 × 50 × 8	65	50	8	6	2,11	1,37	4,39	3,63	2,23	2,40	1,56	0,566	860
75 × 50 × 5	75	50	5	7	2,39	1,17	5,15	3,71	2,02	2,65	1,31	0,433	605
75 × 50 × 6	75	50	6	7	2,44	1,21	5,13	3,74	2,07	2,64	1,34	0,431	719
75 × 50 × 7	75	50	7	7	2,48	1,25	5,10	3,76	2,12	2,64	1,37	0,429	831
75 × 50 × 8	75	50	8	7	2,52	1,29	5,08	3,78	2,17	2,63	1,40	0,426	941
80 × 60 × 6	80	60	6	8	2,47	1,48	5,57	4,33	2,48	2,93	1,73	0,535	811
80 × 60 × 7	80	60	7	8	2,59	1,52	5,55	4,34	2,54	2,93	1,76	0,543	938

Pokračování

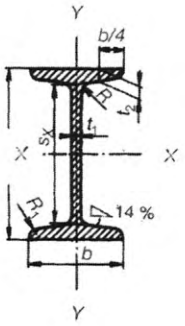
Označení průřezu L (mm)	Jmenovité rozměry (mm)				Vzdálenosti os (cm)							tg α	Plocha průřezu (mm^2)
	a	b	t	R	e_x	e_y	w	w_1	v	v_1	v_2		
80 × 60 × 8	80	60	8	8	2,55	1,56	5,54	4,35	2,59	2,93	1,78	0,541	1 060
90 × 60 × 6	90	60	6	8	2,88	1,40	6,17	4,47	2,43	3,18	1,58	0,434	871
90 × 60 × 8	90	60	8	8	2,96	1,48	6,13	4,51	2,53	3,17	1,64	0,431	1 140
100 × 65 × 7	100	65	7	10	3,23	1,51	6,77	4,88	2,63	3,50	1,67	0,411	1 120
100 × 65 × 8	100	65	8	10	3,27	1,55	6,81	4,91	2,68	3,49	1,70	0,410	1 270
100 × 65 × 10	100	65	10	10	3,36	1,63	6,77	4,94	2,78	3,47	1,76	0,406	1 560
100 × 65 × 12	100	65	12	10	3,44	1,71	6,72	4,98	2,87	3,46	1,82	0,401	1 850

Statické hodnoty průřezů

Označení průřezu L	Statické hodnoty pro osy ohybu											
	$X - X$			$Y - Y$			$X_1 - X_1$	$Y_1 - Y_1$	$\xi - \xi$		$\eta - \eta$	
	J_x (cm^4)	w_x (cm^3)	i_x (cm)	J_y (cm^4)	w_y (cm^3)	i_y (cm)	J_{x1} (cm^4)	J_{y1} (cm^4)	J_ξ (cm^4)	i_ξ (cm)	J_η (cm^4)	i_η (cm)
30 × 20 × 3	1,3	0,6	0,9	0,4	0,3	0,6	2,6	0,8	1,4	1,0	0,3	0,4
30 × 20 × 4	1,6	0,8	0,9	0,6	0,4	0,6	3,6	1,1	1,8	1,0	0,3	0,4
40 × 25 × 3	3,0	1,1	1,3	0,9	0,5	0,7	6,3	1,6	3,4	1,3	0,6	0,5
40 × 25 × 4	3,9	1,5	1,3	1,2	0,6	0,7	8,5	2,1	4,3	1,3	0,7	0,5
40 × 25 × 5	4,7	1,8	1,3	1,4	0,8	0,7	10,6	2,7	5,2	1,3	0,9	0,5
45 × 30 × 4	5,8	1,9	1,4	2,1	0,9	0,9	12,0	3,6	6,6	1,5	1,2	0,7
45 × 30 × 5	7,0	2,4	1,4	2,5	1,1	0,8	15,1	4,6	8,0	1,5	1,5	0,7
50 × 30 × 4	7,7	2,3	1,6	2,1	0,9	0,8	16,3	3,6	8,4	1,7	1,3	0,6
50 × 30 × 5	9,3	2,8	1,6	2,5	1,1	0,8	20,5	4,6	10,2	1,6	1,6	0,6
60 × 40 × 5	17,2	4,3	1,9	6,1	2,0	1,1	35,5	10,6	19,7	2,0	3,6	0,9
60 × 40 × 6	20,1	5,0	1,9	7,1	2,4	1,1	42,8	12,9	23,0	2,0	4,2	0,9
60 × 40 × 7	22,9	5,8	1,9	8,1	2,7	1,1	50,1	15,3	26,2	2,0	4,8	0,9
65 × 50 × 5	23,2	5,1	2,1	11,9	3,2	1,5	45,2	20,6	28,7	2,3	6,4	1,1
65 × 50 × 6	27,2	6,1	2,0	14,0	3,8	1,5	54,5	25,0	33,7	2,3	7,5	1,1
65 × 50 × 7	31,1	7,0	2,0	15,9	4,3	1,5	63,8	29,4	38,4	2,3	8,6	1,1
65 × 50 × 8	34,8	7,9	2,0	17,7	4,3	1,4	73,2	33,9	42,3	2,2	9,7	1,1
75 × 50 × 5	34,4	6,7	2,4	12,3	3,2	1,4	69,1	20,5	39,5	2,6	7,2	1,1
75 × 50 × 6	40,5	8,0	2,4	14,4	3,8	1,4	83,3	24,9	46,5	2,5	8,5	1,1
75 × 50 × 7	46,4	9,2	2,4	16,5	4,4	1,4	97,6	29,4	53,2	2,5	9.7	1,1
75 × 50 × 8	52,0	10,4	2,4	18,4	5,0	1,4	111,9	33,9	59,5	2,5	10,9	1,1
80 × 60 × 6	51,4	9,3	2,5	24,8	5,5	1,8	100,7	42,6	62,7	2,8	13,6	1,3
80 × 60 × 7	59,0	10,7	2,5	28,4	6,3	1,7	118,0	50,1	71,8	2,8	15,6	1,3
80 × 60 × 8	66,3	12,2	2,5	31,8	7,2	1,7	135,4	57,7	80,6	2,8	17,5	1,3
90 × 60 × 6	71,5	11,7	2,9	25,6	5,6	1,7	143,5	42,7	82,1	3,1	14,9	1,3
90 × 60 × 8	92,3	15,3	2,8	32,8	7,3	1,7	192,7	70,0	105,9	3,0	19,3	1,3
100 × 65 × 7	112,5	16,6	3,2	37,6	8,5	1,8	228,9	63,1	128,0	3,4	22,2	1,4
100 × 65 × 8	126,8	18,9	3,2	42,2	8,5	1,8	262,6	72,8	143,9	3,4	25,1	1,4
100 × 65 × 10	154,1	23,2	3,1	51,0	10,5	1,8	330,2	92,6	174,4	3,3	30,6	1,4
100 × 65 × 12	179,6	27,4	3,1	59,1	12,3	1,8	298,2	113,1	202,8	3,3	35,9	1,4

TYČE PRŮŘEZU I Z OCELÍ TŘÍD 10 A 11 VÁLCOVANÉ ZA TEPLA

Výběr z ČSN 42 5550
Účinnost od 1. 7. 1970



Materiál: 10 000.0, 10 370.1, 11 373.0, 11 375.0, 11 523.0

Provedení: A — obvyklé
B — přesnější

Označení tyče průřezu I o výšce $h = 220$ mm v provedení B, oceli 11 373 ve stavu nežíhaném, s kontrolou jakosti, bez zřetele k tavbám, s provedením úplné zkoušky tahem:

I 220/B ČSN 42 5550.0 — 11 373.0 — 42 0135.21

Rozměry průřezů a hmotnosti

Rozměry v mm

Označení průřezu I	Jmenovité rozměry						Sklon příruby (%)	Hmotnost 1 m (kg)	Označení průřezu I	Jmenovité rozměry						Sklon příruby (%)	Hmotnost 1 m (kg)
	b	h	t_1	t_2	R	R_1				b	h	t_1	t_2	R	R_1		
80	42	80	3,9	5,9	3,9	2,3		5,94	280	119	280	10,1	15,2	10,1	6,1		47,9
100	50	100	4,5	6,8	4,5	2,7		8,34	300	125	300	10,8	16,2	10,8	6,5		54,2
120	58	120	5,1	7,7	5,1	3,1		11,1	320	131	320	11,5	17,3	11,5	6,9	14	61,0
140	66	140	5,7	8,6	5,7	3,4		14,3	340	137	340	12,2	18,3	12,2	7,3	14	68,0
160	74	160	6,3	9,5	6,3	3,8		17,9	360	143	360	13,0	19,5	13,0	7,8	14	76,3
180	82	180	6,9	10,4	6,9	4,1		21,9	380	149	380	13,7	20,5	13,7	8,2	14	84,0
200	90	200	7,5	11,3	7,5	4,5	14	26,2	400	155	400	14,4	21,6	14,4	8,6	15	92,4
220	98	220	8,1	12,2	8,1	4,9		31,1	450	170	450	16,2	24,3	16,2	9,7	16	115,0
240	106	240	8,7	13,1	8,7	5,2		36,2	500	185	500	18,0	27,0	18,0	10,8	17	141,0
260	113	260	9,4	14,1	9,4	5,6		41,9									

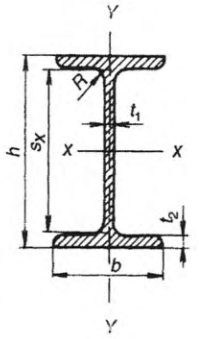
Statické hodnoty

Označení průřezu I	Plocha průřezu (mm^2)	Statické hodnoty pro osu ohybu							
		J_x (cm^4)	W_x (cm^3)	i_x (cm)	J_y (cm^4)	W_y (cm^3)	i_y (cm)	S_x (cm^3)	s_x (cm)
80	758	77,8	19,5	3,20	6,29	3,00	0,91	11,4	6,84
100	1 060	171	34,2	4,01	12,2	4,88	1,07	19,9	8,57
120	1 420	328	54,7	4,81	21,5	7,41	1,23	31,8	10,3
140	1 830	573	81,9	5,61	35,2	10,7	1,40	47,7	12,0
160	2 280	935	117	6,40	54,7	14,8	1,55	68,0	13,7
180	2 790	1 450	161	7,20	81,3	19,8	1,71	93,4	15,5
200	3 350	2 140	214	8,00	117	26,0	1,87	125	17,2
220	3 960	3 060	278	8,80	162	33,1	2,02	162	18,9
240	4 610	4 250	354	9,59	221	41,7	2,20	206	20,6
260	5 340	5 740	442	10,4	288	51,0	2,32	257	22,3
280	6 110	7 590	542	11,1	364	61,2	2,45	316	24,0
300	6 910	9 800	653	11,9	451	72,2	2,56	381	25,7
320	7 780	12 510	782	12,7	555	84,7	2,67	457	27,4
340	8 680	15 700	923	13,5	674	98,5	2,80	540	29,1
360	9 710	19 610	1 090	14,2	818	114	2,90	658	30,7
380	10 700	24 010	1 260	15,0	975	131	3,02	741	32,4
400	11 800	29 210	1 460	15,7	1 160	149	3,13	857	34,1
450	14 700	45 850	2 040	17,7	1 730	203	3,43	1 200	38,3
500	18 000	68 740	2 750	19,6	2 480	268	3,72	1 620	42,4

TYČE PRŮŘEZU IPE Z KONSTRUKČNÍCH OCELÍ VÁLCOVANÉ ZA TEPLA

Výběr z ČSN 42 5553
Datum vydání 1. 12. 1986

Materiál: 11 373, 11 375, 11 503, 11 523, 15 217



Označení tyče průřezu IPE o výšce $h = 300$ mm s povrchem okujeným, z oceli 11 373, ve stavu tepelně nezpracovaném, s osvědčením jakosti:

IPE 300 ČSN 42 5553 – 11 373.0 – ČSN 42 0135.00

Rozměry v mm

Označení průřezu IPE	Jmenovité rozměry					Hmotnost 1 m (kg)
	h	b	t_1	t_2	R	
80	80	46	3,8	5,2	5	6,0
100	100	55	4,1	5,7	7	8,1
120	120	64	4,4	6,3	7	10,4
140	140	73	4,7	6,9	7	12,9
160	160	82	5,0	7,4	9	15,8
180	180	91	5,3	8,0	9	18,8
200	200	100	5,6	8,5	12	22,4
220	220	110	5,9	9,2	12	26,2
240	240	120	6,2	9,8	15	30,7
270	270	135	6,6	10,2	15	36,1
300	300	150	7,1	10,7	15	42,2
330	330	160	7,5	11,5	18	49,1
360	360	170	8,0	12,7	18	57,1

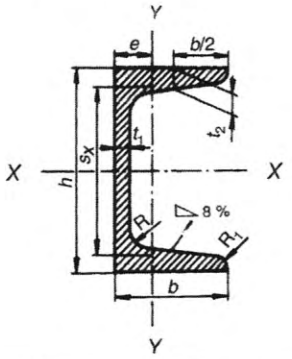
Statické hodnoty

Označení průřezu IPE	Plocha průřezu (mm^2)	Statické hodnoty pro osu ohybu							
		$X - X$					$Y - Y$		
		J_x (cm^4)	W_x (cm^3)	i_x (cm)	S_x (cm^3)	s_x (cm)	J_y (cm^4)	W_y (cm^3)	i_y (cm)
80	764	80,1	20,0	3,24	11,6	6,90	8,49	3,69	1,05
100	1 030	171	34,2	4,07	19,7	8,68	25,9	5,79	1,24
120	1 320	318	53,0	4,90	30,4	10,5	27,7	8,65	1,45
140	1 640	541	77,3	5,74	44,2	12,3	44,9	12,3	1,65
160	2 010	869	109	6,58	61,9	14,0	68,3	16,7	1,84
180	2 390	1 317	146	7,42	83,2	15,8	101	22,2	2,05
200	2 850	1 943	194	8,26	110	17,6	142	28,5	2,24
220	3 340	2 772	252	9,11	143	19,4	205	37,3	2,48
240	3 910	3 892	324	9,97	183	21,2	284	47,3	2,69
270	4 590	5 790	429	11,2	242	23,9	420	62,2	3,02
300	5 380	8 356	557	12,5	314	26,6	604	80,5	3,35
330	6 260	11 770	713	13,7	402	29,3	788	98,5	3,55
360	7 270	16 270	904	15,0	510	31,9	1 043	123	3,79

TYČE PRŮŘEZU U Z OCELÍ TŘÍD 10 A 11 VÁLCOVANÉ ZA TEPLA

Výběr z ČSN 42 5570
Účinnost od 1. 9. 1985

Materiál: 10 000, 10 370, 11 343, 11 373, 11 375, 11 523



Označení tyče průřezu U o výšce $h = 200$ mm v provedení B, z oceli 11 373 ve stavu nežíhaném, s kontrolou jakosti, bez zřetele k tavbám, s provedením úplné zkoušky tahem:

U 200/B ČSN 42 5570 – 11 373.0 – 42 0135.00

Označení U	Jmenovité rozměry (mm)						Hmotnost 1 m tyče (kg)
	b	h	t_1	t_2	R	R_1	
50	38	50	5,0	7,0	7,0	3,5	5,59
65	42	65	5,5	7,5	7,5	4,0	7,09
80	45	80	6,0	8,0	8,0	4,0	8,64
100	50	100	6,0	8,5	8,5	4,5	10,6
120	55	120	7,0	9,0	9,0	4,5	13,4
140	60	140	7,0	10,0	10,0	5,0	16,0
160	65	160	7,5	10,5	10,5	5,5	18,8
180	70	180	8,0	11,0	11,0	5,5	22,0
200	75	200	8,5	11,5	11,5	6,0	25,3
220	80	220	9,0	12,5	12,5	6,5	29,4
240	85	240	9,5	13,0	13,0	6,5	33,2
260	90	260	10,0	14,0	14,0	7,0	37,9
280	95	280	10,0	15,0	15,0	7,5	41,8
300	100	300	10,0	16,0	16,0	8,0	46,2

Statické hodnoty

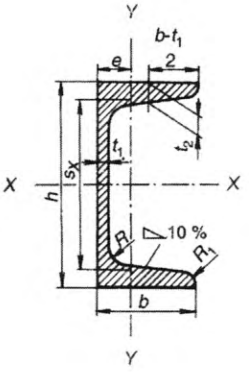
Označení U	Plocha průřezu (mm^2)	Statické hodnoty pro osu ohybu						S_x	s_x	e
		$X - X$			$Y - Y$					
		J_x (cm^4)	W_x (cm^3)	i_x (cm)	J_y (cm^4)	W_y (cm^3)	i_y (cm)	(cm^3)	(cm)	(cm)
50	712	26,4	10,6	1,92	9,12	3,75	1,13	–	–	1,37
65	903	57,5	17,7	2,52	14,1	5,07	1,25	–	–	1,42
80	1 100	106	26,5	3,10	19,4	6,36	1,33	15,9	6,65	1,45
100	1 350	206	41,2	3,91	29,3	8,49	1,47	24,5	8,42	1,55
120	1 700	364	60,7	4,62	43,2	11,1	1,59	36,3	10,0	1,60
140	2 040	605	86,4	5,45	62,7	14,8	1,75	51,4	11,8	1,75
160	2 400	925	116	6,21	85,3	18,3	1,89	68,6	13,3	1,84
180	2 800	1 350	150	6,95	114	22,4	2,02	89,6	15,1	1,92
200	3 220	1 910	191	7,70	148	27,0	2,14	114	16,8	2,01
220	3 740	2 690	245	8,48	197	33,6	2,30	146	18,5	2,14
240	4 230	3 600	300	9,22	248	39,6	2,42	179	20,1	2,23
260	4 830	4 820	371	9,99	317	47,7	2,56	221	21,8	2,36
280	5 330	6 280	448	10,9	399	57,2	2,74	266	23,6	2,53
300	5 880	8 030	535	11,7	495	67,8	2,90	316	25,4	2,70

Provedení: A – obvyklé, B – přesnější

TYČE PRŮŘEZU UE Z OCELÍ TŘÍD 10 A 11 VÁLCOVANÉ ZA TEPLA

Výběr z ČSN 42 5571
Účinnost od 1. 9. 1985

Materiál: 10 000, 10 370, 11 343, 11 373, 11 375, 11 523



Označení tyče průřezu UE o výšce $h = 180$ mm, z oceli 10 370, ve stavu nežíhaném, s kontrolou jakosti bez zřetele k tavbám, s provedením úplné zkoušky tahem:

UE 180 ČSN 42 5571 – 10 370.0 – ČSN 42 0135.00

Rozměry v mm

Označení průřezu UE	Jmenovité rozměry						Označení průřezu UE	Jmenovité rozměry					
	h	b	t_1	t_2	R	R_1		h	b	t_1	t_2	R	R_1
50	50	32	4,4	7,0	6,0	2,5	180	180	70	5,1	8,7	9,0	3,5
65	65	36	4,4	7,2	6,0	2,5	200	200	76	5,2	9,0	9,5	4,0
80	80	40	4,5	7,4	6,5	2,5	220	220	82	5,4	9,5	10,0	4,0
100	100	46	4,5	7,6	7,0	3,0	240	240	90	5,6	10,0	10,5	4,0
120	120	52	4,8	7,8	7,5	3,0	270	270	95	6,0	10,5	11,0	4,5
140	140	58	4,9	8,1	8,0	3,0	300	300	100	6,5	11,0	12,0	5,0
160	160	64	5,0	8,4	8,5	3,5							

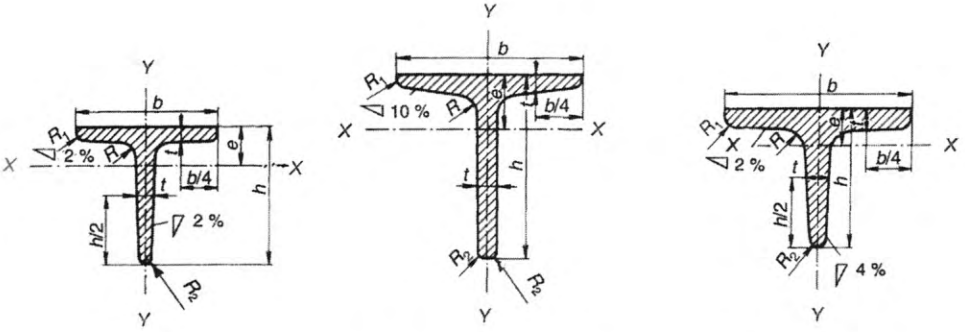
Statické hodnoty

Označení průřezu UE	Plocha průřezu (mm^2)	Statické hodnoty pro osu ohybu								e
		$X - X$					$Y - Y$			
		J_x (cm^4)	W_x (cm^3)	i_x (cm)	S_x (cm^3)	s_x (cm)	J_y (cm^4)	W_y (cm^3)	i_y (cm)	(cm)
50	616	22,8	9,1	1,92	5,59	4,08	5,61	2,75	0,954	1,16
65	751	48,6	15,0	2,54	9,00	5,40	8,70	3,68	1,080	1,24
80	898	89,4	22,4	3,16	13,30	6,70	12,80	4,75	1,190	1,31
100	1 090	174,0	34,8	3,90	20,40	8,55	20,40	6,46	1,370	1,44
120	1 330	304,0	50,6	4,78	29,60	10,25	31,20	8,52	1,530	1,54
140	1 560	491,0	70,2	5,60	40,80	12,05	45,40	11,00	1,70	1,67
160	1 810	747,0	93,4	6,42	54,10	13,80	63,30	13,80	1,87	1,80
180	2 070	1 090,0	121,0	7,24	69,80	15,55	86,00	17,00	2,04	1,94
200	2 340	1 520,0	152,0	8,07	87,80	17,30	112,00	20,50	2,20	2,07
220	2 670	2 110,0	192,0	8,89	110,00	19,20	151,00	25,10	2,37	2,21
240	3 060	2 900,0	242,0	9,73	139,00	20,90	208,00	31,60	2,60	2,42
270	3 520	4 160,0	308,0	10,90	178,00	23,40	262,00	37,30	2,73	2,47
300	4 050	5 810,0	387,0	12,00	224,00	26,00	327,00	43,60	2,84	2,52

TYČE PRŮŘEZU T Z OCELÍ TŘÍD 10 A 11 VÁLCOVANÉ ZA TEPLA

Výběr z ČSN 42 5580
Účinnost od 1. 9. 1985

Materiál: 10 000, 10 370, 11 343, 11 373, 11 375



základní profil T — profil T s rovnoběžnou stojinou — profil T se širokou základnou

Označení tyče průřezu T o šířce $b = 40$ mm v provedení B, z oceli 10 370 ve stavu nežíhaném, s kontrolou jakosti, s provedením úplné zkoušky tahem:

T 40/B ČSN 42 5580 – 10 370.0 – ČSN 42 0135.21

Rozměry v mm

Označení průřezu T	Jmenovité rozměry						Hmotnost 1 m (kg)
	b	h	t	R	R_1	R_2	
20	20	20	3,0	3,0	1,5	1,0	0,88
25	25	25	3,5	3,5	2,0	1,0	1,29
30	30	30	4,0	4,0	2,0	1,0	1,77
40	40	40	5,0	5,0	2,5	1,0	2,96
50	50	50	6,0	6,0	3,0	1,5	4,44
60	60	60	7,0	7,0	3,5	2,0	6,23

Statické hodnoty

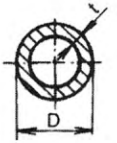
Označení průřezu T	Plocha průřezu (mm^2)	e (mm)	Statické hodnoty pro osy ohybu					
			$X - X$			$Y - Y$		
			J_x (cm^4)	W_x (cm^3)	i_x (cm)	J_y (cm^4)	W_y (cm^3)	i_y (cm)
20	112	5,8	0,38	0,27	0,58	0,20	0,20	0,42
25	164	7,3	0,87	0,49	0,73	0,43	0,34	0,51
30	226	8,5	1,72	0,80	0,87	0,87	0,58	0,62
40	377	11,2	5,28	1,84	1,18	2,58	1,29	0,83
50	566	13,9	12,10	3,36	1,46	6,06	2,42	1,03
60	794	16,6	23,80	5,48	1,73	12,20	4,07	1,24

Provedení: A – obvyklé, B – přesné

TRUBKY OCELOVÉ ZÁVITOVÉ BĚŽNÉ

Výběr z ČSN 42 5710
Účinnost od 1. 10. 1982

Materiál: 11 343 pro svařované trubky (po dohodě i 11 353), 11 353 pro bezešvé trubky (po dohodě i 10 004)



Označení běžné závitové ocelové trubky se závity na obou koncích, o jmenovité světlosti Js 20, z oceli 11 343, ve stavu tepelně nezpracovaném, s povrchem pozinkovaným, svařované s potvrzením o jakosti výrobku:

TR Z 20 – ČSN 42 5710.6 – 11 343.0 – ČSN 42 0142.00

Rozměry v mm

Jmenovitá světlost Js		Vnější průměr *D*		Tloušťka stěny *t*	Hmotnost 1 m (kg)	
		max	min		bez nátrubku	s nátrubkem
6	1/8	10,6	9,8	2,00	0,407	0,410
8	1/4	14,0	13,2	2,35	0,650	0,654
10	3/8	17,5	16,7	2,35	0,852	0,858
15	1/2	21,8	21,0	2,65	1,22	1,23
20	3/4	27,3	26,5	2,65	1,58	1,59
25	1	34,2	33,3	3,25	2,44	2,46
32	1 1/4	42,9	42,0	3,25	3,14	3,17
40	1 1/2	48,8	47,9	3,25	3,61	3,65
50	2	60,8	59,7	3,65	5,10	5,17
65	2 1/2	76,6	75,3	3,65	6,51	6,63
80	3	89,5	88,0	4,05	8,47	8,64
(90)	3 1/2	102,1	100,4	4,05	9,72	9,90
100	4	115,0	113,1	4,50	12,10	12,40
124	5	140,8	138,5	4,85	16,20	16,70
150	6	166,5	163,9	4,85	19,20	19,80

Povrch viz str. 299
Trubky Js 6 a Js 8 se vyrábějí pouze bezešvé.

Úprava konců

Označení	Význam	Příklad
–	bez závitů a nátrubků	TR 20
N	se závity na obou koncích trubky a s jedním nátrubkem	TR N 20
Z	se závity na obou koncích trubky a bez nátrubku	TR Z 20

TRUBKY OCELOVÉ ZÁVITOVÉ ZESÍLENÉ

Výběr z ČSN 42 5711
Účinnost od 1. 10. 1982

Materiál: 11 343 pro svařované trubky (po dohodě i 11 353), 11 353 pro bezešvé trubky (po dohodě i 10 004)

Označení zesílené závitové ocelové trubky se závity na obou koncích, o jmenovité světlosti Js 20, z oceli 11 343, ve stavu tepelně nezpracovaném, s povrchem pozinkovaným, svařované, zaručené jakosti:

TR Z 20 – ČSN 42 5711.6 – 11 343.0 – ČSN 42 0142.0

Rozměry v mm

Jmenovitá světlost Js		Vnější průměr *D*		Tloušťka stěny *t*	Hmotnost 1 m (kg)	
		max.	min.		bez nátrubku	s nátrubkem
6	1/8	10,6	9,8	2,65	0,493	0,496
8	1/4	14,0	13,2	2,90	0,769	0,773
10	3/8	17,5	16,7	2,90	1,02	1,03
15	1/2	21,8	21,0	3,25	1,45	1,46
20	3/4	27,3	26,5	3,25	1,90	1,91
25	1	34,2	33,3	4,05	2,97	2,99
32	1 1/4	42,9	42,0	4,05	3,84	3,87
40	1 1/2	48,8	47,9	4,05	4,43	4,49
50	2	60,8	59,7	4,50	6,17	6,24
60	2 1/2	76,6	75,3	4,50	7,90	8,02
80	3	89,5	88,0	4,85	10,10	10,30
(90)	3 1/2	102,1	100,4	4,85	11,60	11,80
100	4	115,0	113,1	5,40	14,40	14,70
124	5	140,8	138,5	5,40	17,80	18,30
150	6	166,5	163,9	5,40	21,20	21,80

Trubky Js 6 a Js 8 se vyrábějí pouze bezešvé.
Závit na trubce je kuželový podle ČSN ISO 7-1 (01 4034)

Povrch trubky

Význam první doplňkové číslice

První doplňková číslice	Úprava povrchu
0	vnější i vnitřní okujený
5	s asfaltovou izolací
6	vnější i vnitřní pozinkovaný
9	podle zvláštního ujednání

TRUBKY OCELOVÉ BEZEŠVÉ TVÁŘENÉ ZA TEPLA

Výběr z ČSN 42 5715
Účinnost od 1. 1. 1985

Materiál: 11 353, 11 369, 11 418, 11 419, 11 453, 11 503, 11 500, 11 523, 11 650, 12 011, 12 021, 12 022, 15 020, 15 110, 15 121, 15 128

Označení trubky ocelové bezešvé o vnějším průměru $D = 40$ mm a tloušťce stěny $t = 4$ mm, s vnějším i vnitřním povrchem okujeným, rovnaná, z oceli 11 353 ve stavu tepelně nezpracovaném, s hutním osvědčením, s provedením zkoušky tahem:

TR ∅ 40 × 4 – ČSN 42 5715.01 – 11 353.0 – ČSN 42 0250.11

Vnější průměr D (mm)	Tloušťka stěny t (mm)												
	2,6	2,9	3,2	3,6	4,0	4,5	5,0	5,6	6,3	7,0	8,0	9,0	10,0
	Hmotnost 1 m (kg)												
20,0	1,12	1,22	1,33	1,46	1,58								
21,3	1,20	1,32	1,43	1,57	1,71								
22,0	1,24	1,37	1,48	1,63	1,78								
25,0	1,44	1,58	1,72	1,90	2,07								
26,9	1,56	1,72	1,87	2,07	2,26								
28,0	1,63	1,80	1,96	2,17	2,37								
31,8	1,87	2,07	2,26	2,50	2,74	3,03	3,30						
33,7	1,99	2,20	2,41	2,67	2,93	3,24	3,54						
35,0	2,08	2,30	2,51	2,79	3,06	3,39	3,70						
38,0	2,27	2,51	2,75	3,05	3,35	3,72	4,07	4,48					
40,0	2,40	2,65	2,90	3,23	3,55	3,94	4,32	4,75					
42,4	2,55	2,83	3,09	3,45	3,79	4,21	4,61	5,08	5,61				
44,5	2,69	2,98	3,26	3,63	4,00	4,44	4,87	5,37	5,94				
48,3	2,93	3,25	3,56	3,97	4,37	4,86	5,34	5,90	6,53				
51,0	3,10	3,44	3,77	4,21	4,64	5,16	5,67	6,27	6,95				
54,0	3,30	3,66	4,01	4,48	4,93	5,49	6,04	6,68	7,41				
57,0		3,87	4,25	4,74	5,23	5,83	6,41	7,10	7,88				
60,3		4,11	4,51	5,03	5,55	6,19	6,82	7,55	8,39	9,20	10,3	11,4	12,4
63,5		4,33	4,76	5,32	5,87	6,55	7,21	8,00	8,89	9,75	11,0	12,1	13,2
70,0			5,27	5,90	6,51	7,27	8,02	8,89	9,90	10,90	12,2	13,5	14,8
76,0			5,75	6,43	7,10	7,94	8,76	9,72	10,80	11,90	13,4	14,9	16,3
82,5				7,01	8,74	8,66	9,56	10,60	11,80	13,00	14,7	16,3	17,9
89,0				7,58	8,39	9,38	10,40	11,50	12,90	14,20	16,0	17,8	19,5
102,0				8,74	9,67	10,80	12,00	13,30	14,90	16,40	18,5	20,6	22,7

Značení povrchu

První doplňková číslice	Druh povrchu	První doplňková číslice	Druh povrchu
0	vnější a vnitřní okujený	6	vnější a vnitřní pozinkovaný
1	vnější a vnitřní mořený	9	podle zvláštního ujednání
5	vnější s asfaltovou izolaci		

Celková úchylka přímosti

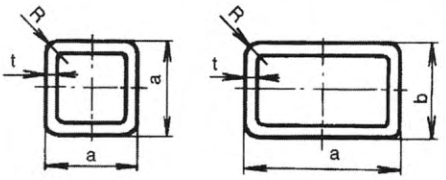
Druhá doplňková číslice	Přímost trubek	Délky trubek (m)					
		do 2	nad 2 do 3	nad 3 do 4	nad 4 do 5	nad 5 do 6	nad 6
		Úchylka přímosti (mm)					
1	rovnané	4	5	6	8	10	12
2	přesně rovnané	3	4	5	6	7	–

Písmenné označení kruhové trubky: TR KR

TRUBKY OCELOVÉ BEZEŠVÉ ČTVERCOVÉ TVÁŘENÉ ZA TEPLA

Výběr z ČSN 42 5720
Účinnost od 1. 1. 1982

Materiál: 11 353, 11 453, 11 523; po dohodě též 11 368, 11 418, 12 021, 12 022, 15 110, 15 128



$R = \frac{t}{3} + t$ nejméně však 8 mm

Označení ocelové bezešvé čtvercové trubky*) o vnější straně čtverce $a = 80$ mm a tloušťce stěny $t = 5$ mm, délky $l = 5\,000$ mm, rovnané, z oceli 11 353 ve stavu tepelně nezpracovaném, s potvrzením o jakosti odpovídající této normě:

TR 4HR 80 × 5 – 5 000 – ČSN 42 5720.00 – 11 353.0

Jmenovité rozměry čtverce (mm)		Hmotnost 1 m (kg)
a	t	
40	3,0	3,22
	3,5	3,72
	4,0	4,20
	4,5	4,57
	5,0	5,12
50	3,0	4,16
	3,5	4,81
	4,0	5,45
	4,5	6,08
	5,0	6,69
60	3,5	5,91
	4,0	6,71
	4,5	7,49
	5,0	8,26
80	5,0	11,40
	6,0	13,54
	8,0	17,36
100	5,0	14,54
	6,0	17,30
125	6,0	22,01

Jmenovité rozměry obdélníka (mm)		Hmotnost 1 m (kg)
$a \times b$	t	
50 × 35	3,0	3,46
	3,5	3,99
	4,0	4,51
	4,5	5,02
	5,0	5,52
60 × 40	3,5	4,81
	4,0	5,45
	4,5	6,08
	5,0	6,69
80 × 60	5,0	9,83
	6,0	11,65
90 × 70	5,0	11,40
	6,0	13,45
120 × 100	6,0	19,19
	8,0	24,90
143 × 118	16,0	54,65
	20,0	64,88
	25,0	75,80
172 × 147	16,0	69,22

Jmenovité rozměry čtverce (mm)		Hmotnost 1 m (kg)
a	t	
130	8	29,92
	10	36,56
	12	42,84
	16	54,40
150	8	34,95
	10	42,84
	12	50,38
	16	64,45

Jmenovité rozměry obdélníka (mm)		Hmotnost 1 m (kg)
$a \times b$	t	
192 × 142	16	72,99
	20	87,81
	25	104,45
	28	113,40
200 × 150	10	50,69
	16	77,01
	20	92,83
	25	110,73
	28	120,43

*) V označení obdélníkové trubky se uvede TR OBD, v obrazovém označení TR □

Mezní úchylky tloušťky stěny čtyřhranných trubek +15 % a −10 %
Mezní úchylky vnějšího rozměru čtyřhranných trubek ±1 % nejméně ±0,5 mm
Výrobní délky trubek od 3 000 do 12 000 mm

První doplňková číslice: 1 – jakost výrobků odpovídá normě, 0 – obsahuje výsledky předepsaných zkoušek, 2 – kontrola jakosti, 9 – podle zvláštního ujednání

Druhá doplňková číslice: 0 – zkoušky se nepožadují, 1 – zkouška tahem, 3 – zkouška tvrdosti, 9 – podle zvláštního ujednání

TRUBKY Z OCELÍ TŘÍD 11 a 12 PODÉLNĚ SVAŘOVANÉ HLADKÉ

Výběr z ČSN 42 5723
Účinnost od 1. 12. 1976

Materiál: 11 320, 11 343, 11 353, 11 373, 11 375, 11 378, 12 021, 12 022; po dohodě též 11 369, 11 416, 11 419

Označení ocelové trubky o vnějším průměru $D = 38$ mm a tloušťce stěny $t = 2$ mm, s povrchem okysličeným, bez odprýskávajících okují, přesně rovnané, z oceli 11 375 ve stavu žíhaném, podle ČSN 42 0152, s hutním osvědčením, s provedením zkoušky tahem, zmáčknutím, rozšiřováním, zkoušením vnitřním přetlakem a nedestruktivně:

TR ∅ 38 × 2 – ČSN 42 5723.22 – 11 375.1 – ČSN 42 0152.26

Vnější průměr D (mm)	Tloušťka stěny t (mm)											
	1,0	1,2	(1,4)	1,5	(1,6)	1,8	2,0	2,5	3,0	(3,2)	3,5	4,0
	Hmotnost 1 m (kg)											
14	0,321	0,379	0,435	0,462	0,489							
(17,2)	0,400	0,474	0,546	0,581	0,616	0,684						
18	0,419	0,497	0,573	0,610	0,647	0,719	0,789					
(21,3)	0,501	0,595	0,687	0,732	0,777	0,866	0,952					
22	0,518	0,616	0,711	0,758	0,805	0,897	0,986					
25	0,592	0,704	0,815	0,869	0,923	1,030	1,134	1,387				
(26,9)	0,639	0,761	0,880	0,940	0,998	1,114	1,228	1,504				
28	0,666	0,793	0,918	0,980	1,024	1,163	1,282	1,572				
32	0,765	0,911	1,06	1,13	1,20	1,34	1,48	1,82	2,15			
(33,7)		0,96	1,12	1,19	1,27	1,42	1,56	1,92	2,27			
35		1,00	1,16	1,24	1,32	1,47	1,63	2,00	2,37			
38		1,09	1,26	1,35	1,44	1,61	1,78	2,19	2,59			
40		1,15	1,33	1,42	1,52	1,70	1,87	2,31	2,74			
(42,4)		1,22	1,42	1,51	1,61	1,80	1,99	2,46	2,92	3,06		
43		1,24	1,44	1,54	1,63	1,83	2,02	2,50	2,96	3,14		
44,5			1,49	1,59	1,69	1,90	2,10	2,59	3,07	3,26	3,54	
48			1,61	1,72	1,83	2,05	2,27	2,81	3,33	3,54	3,84	
51			1,71	1,83	1,95	2,18	2,42	2,99	3,55	3,77	4,10	
54			1,82	1,94	2,07	2,32	2,56	3,18	3,77	4,01	4,36	
57			1,92	2,05	2,19	2,45	2,71	3,36	4,00	4,25	4,62	
60				2,16	2,30	2,58	2,86	3,55	4,22	4,48	4,88	5,52
63,3				2,29	2,44	2,74	3,03	3,76	4,48	4,76	5,18	5,87
70				2,53	2,70	3,03	3,35	4,16	4,96	5,27	5,74	6,51
76				2,76	2,94	3,29	3,65	4,53	5,40	5,75	6,26	7,10
83						3,60	4,00	4,96	5,92	6,30	6,86	7,79
89						3,87	4,29	5,33	6,36	6,77	7,38	8,38
95							4,59	5,70	6,81	7,24	7,90	8,98
102							4,93	6,13	7,32	7,80	8,50	9,67
108							5,23	6,50	7,77	8,27	9,02	10,26
114							5,52	6,87	8,21	8,74	9,54	10,85
121							5,87	7,31	8,73	9,30	10,14	11,54
127							6,16	7,68	9,17	9,77	10,66	12,13
133								8,05	9,62	10,24	11,18	12,72
(140)								8,48	10,14	10,80	11,78	13,42
152								9,22	11,02	11,74	12,82	14,60

První doplňková číslice – jakost povrchu: 0 – okujený, 1 – mastný, 2 – okysličený, bez oprýskávajících okují, 3 – lesklý, 9 – podle dohody

Druhá doplňková číslice – dovolené úchylky přímosti: 0 – nerovnané, 1 – rovnané, 2 – přesně rovnané

TAŽENÝ OCELOVÝ DRÁT PRO VŠEOBECNÉ ÚČELY

Výběr z ČSN 42 6410
Účinnost od 1. 7. 1970

Materiál: 11 300, 11 320, 11 343, 11 373
Označení měkkého drátu o průměru $D = 2{,}24$ mm, délky $l = 1\,000$ mm z oceli 11 343, černě žíhaného:

KR 2,24 – 1 000 ČSN 42 6410.5 – 11 343

Průměr D (mm)			Mezní úchylky průměru (mm)	Plocha průřezu (mm^2)	Hmotnost 1 000 m (kg)	Délka 1 kg drátu (m)
přednostní	obvyklý	nedoporučený				
0,100				0,007 85	0,061 6	16 219,0
		0,106		0,008 82	0,069 2	14 435,4
	0,112			0,009 85	0,077 3	12 930,1
		0,118		0,010 93	0,085 8	11 648,1
0,125				0,012 27	0,096 3	10 380,5
		0,132	±0,010	0,013 68	0,107 4	9 308,8
	0,140			0,015 39	0,120 8	8 275,3
		0,150		0,017 67	0,138 7	7 208,7
0,160				0,020 10	0,157 8	6 335,8
		0,170		0,022 69	0,178 1	5 612,3
	0,180			0,025 44	0,199 7	5 006,0
		0,190		0,028 35	0,222 5	4 492,0
0,200				0,031 41	0,246 5	4 054,9
		0,212		0,035 29	0,277 0	3 608,8
	0,224			0,039 40	0,309 3	3 232,5
		0,236		0,043 74	0,343 3	2 192,1
0,250			±0,015	0,049 08	0,385 3	2 959,1
		0,265		0,055 15	0,432 9	2 309,6
	0,280			0,061 57	0,483 3	2 068,8
		0,300		0,070 68	0,554 8	1 802,1
0,315				0,077 93	0,611 7	1 634,6
		0,335		0,088 14	0,691 9	1 445,2
	0,335			0,098 97	0,776 9	1 287,0
		0,375		0,110 44	0,867 0	1 153,3
0,400				0,125 66	0,986 4	1 013,7
		0,425	±0,022	0,141 86	1,113 6	897,9
	0,450			0,159 04	1,248 4	800,9
		0,475		0,177 20	1,391 0	718,8
0,500				0,196 35	1,541 3	648,7
		0,530		0,220 61	1,731 8	577,4
	0,560			0,246 30	1,933 4	517,2
		0,600		0,282 74	2,219 5	450,5
0,630				0,311 72	2,447 0	408,6
		0,670		0,352 56	2,767 6	361,3
	0,710			0,395 91	3,107 9	321,7
		0,750	±0,031	0,441 78	3,468 0	288,3
0,800				0,502 65	3,945 8	253,4
		0,850		0,567 45	4,454 4	224,4
	0,900			0,636 17	4,993 9	200,2
		0,950		0,708 82	5,564 2	179,9
1,000				0,785 39	6,165 3	162,1
		1,060		0,882 4	6,927 4	144,35
	1,120			0,985 2	7,733 8	129,30
1,250		1,180	±0,045	1,093 5	8,584 6	116,48
		1,320		1,227 1	9,633 4	103,30
	1,400			1,368 4	10,742 5	93,08
				1,539 3	12,084 1	82,75

Pokračování

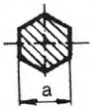
Průměr D (mm)			Mezní úchylky průměru (mm)	Plocha průřezu (mm^2)	Hmotnost 1 000 m (kg)	Délka 1 kg drátu (m)
přednostní	obvyklý	nedoporučený				
		1,50		1,767 1	13,872 0	72,08
1,60			±0,045	2,010 6	15,783 3	63,35
		1,70		2,269 8	17,817 9	56,12
	1,80			2,544 6	19,975 8	50,06
		1,90		2,835 2	22,257 0	44,92
2,00				3,141 5	24,661 5	40,54
		2,12		3,529 8	27,709 6	36,08
	2,24			3,940 8	30,935 3	32,32
		2,36	±0,062	4,374 3	34,338 6	29,12
2,50				4,908 7	38,533 6	25,95
		2,65		5,515 4	43,296 3	23,09
	2,80			6,157 5	48,336 5	20,68
		3,00		7,068 5	55,488 3	18,02
3,15				7,793 1	61,175 9	16,34
		3,35		8,814 1	69,190 9	14,45
	3,55			9,897 9	77,699 1	12,87
		3,75		11,044 7	86,700 6	11,53
4,00				12,566 4	98,646 0	10,13
		4,25	±0,090	14,186 3	111,362 1	8,97
	4,50			15,904 3	124,848 8	8,00
		4,75		17,720 5	139,106 2	7,18
5,00				19,635 0	154,134 4	6,48
		5,30		22,061 8	173,185 4	5,77
	5,60			24,630 1	193,346 1	5,17
		6,00		28,274 3	221,953 5	4,50
6,30				31,172 5	244,703 7	4,08
		6,70		35,266 5	276,763 7	3,61
	7,10			39,591 9	310,796 6	3,21
		7,50	±0,110	44,178 6	346,802 4	2,88
8,00				50,265 5	394,584 0	2,53
		8,50		56,745 0	445,448 4	2,24
	9,00			63,617 3	499,395 4	2,00
		9,50		70,882 2	556,425 1	1,79
10,00				78,539 8	616,537 6	1,62
		10,60		88,24	692,74	1,443
	11,20			98,52	773,38	1,293
		11,80		109,35	856,46	1,164
12,50				122,71	963,34	1,038
		13,20	±0,135	136,84	1 074,25	0,930
	14,00			153,93	1 208,41	0,827
		15,00		176,71	1 387,20	0,720
16,00				201,06	1 578,33	0,633
		17,00		226,98	1 781,96	0,561
	18,00			254,46	1 997,58	0,500

První doplňková číslice – jakost povrchu: 1 – drát tvrdý (matný), 2 – drát tvrdý (kovově lesklý), 3 – drát polotvrdý (matný), 4 – drát polotvrdý (kovově lesklý), 5 – drát měkký, černě žíhaný (okujený), 6 – drát měkký světle žíhaný (čistý, bez okují), 7 – drát žíhaný, mořený a neutralizovaný, 9 – drát podle zvláštního ujednání

TYČE ŠESTIHRANNÉ Z OCELÍ TŘÍD 11 až 16 TAŽENÉ ZA STUDENA S ÚCHYLKAMI h11 a h12

Výběr z ČSN 42 6530
Účinnost od 1. 10. 1985

Materiál: 11 110, 11 120, 11 140, 11 343, 11 373, 11 375, 11 423, 11 425, 11 500, 11 523, 11 600, 11 700, 12 010, 12 020, 12 023, 12 024, 12 030, 12 040, 12 042, 12 050, 12 051, 12 060, 12 061, 13 141, 13 240, 14 120, 14 140, 14 220, 14 221, 14 223, 14 230, 14 240, 14 331, 15 233, 15 236, 15 260, 16 220, 16 240, 16 720



Označení šestihranné tyče o rozměru a = 17 mm s úchylkou h11, tažené zastudena, s povrchem po tažení, tepelně nezpracované, rovnané, z oceli 11 373, s hutním osvědčením obsahujícím výsledky chemického rozboru tavby:

6HR 17h11 – ČSN 42 6530.12 – 11 373.0 – ČSN 42 0134.50

Rozměr a (mm)	Mezní úchylky (mm)		Plocha průřezu (mm^2)	Hmotnost 1 m (kg)	Rozměr a (mm)	Mezní úchylky (mm)		Plocha průřezu (mm^2)	Hmotnost 1 m (kg)
	h11	h12				h11	h12		
3,0	−0,060	−0,100	7,79	0,061	19,0	−0,130	−0,210	312,60	2,450
3,2	−0,075	−0,120	8,87	0,070	20,6[1])			362,00	2,840
3,5			10,61	0,083	21,0			381,90	3,000
4,0			13,86	0,109	22,0			419,20	3,290
4,5			17,54	0,138	24,0			498,80	3,920
5,0			21,65	0,170	25,4[1])			558,70	4,380
5,5			26,20	0,206	26,0			585,40	4,600
6,0			31,18	0,245	27,0			631,30	4,960
7,0			42,44	0,333	30,0			779,40	6,120
8,0	−0,090	−0,150	53,43	0,435	32,0	−0,160	−0,250	886,80	6,960
9,0			70,15	0,551	36,0			1 122,00	8,810
10,0			86,60	0,680	41,0			1 456,00	11,400
11,0	−0,110	−0,180	104,80	0,823	46,0			1 832,00	14,400
12,0			124,70	0,979	50,0			2 165,00	17,000
13,0			146,40	1,150	55,0	−0,190	−0,300	2 620,00	20,600
14,0			169,70	1,330	60,0			3 118,00	24,500
16,0			221,70	1,740	65,0			3 659,00	28,700
17,0			250,30	1,960	70,0			4 244,00	33,300
18,0			280,60	2,200					

[1]) Pouze pro výrobu svíček spalovacích motorů

Rozměr a udává otvor klíče

Tyče se dodávají: tepelně nezpracované s mezními úchylkami h11, tepelně zpracované s mezními úchylkami h12. ve výrobních délkách 2 až 3 m pro $a < 10$ mm a 2 až 6 m pro $a > 10$ mm, v provedení podle ČSN 42 0134, s druhy povrchu .1 a .2

Zaoblení hran: R_{max} = 0,2 mm pro $a \leqq 14$ mm, R_{max} = 0,4 mm pro $a > 14$ mm

Úchylky přímosti

Druhá doplňková číslice	Tyče podle přímosti	Mezní úchylky přímosti ($mm.m^{-1}$)			
		$a < 14$	$14 < a < 24$	$24 < a < 50$	$a < 50$
2	rovnané	4	3	2	1,5
3	přesně rovnané	2	2	1	1,0
4	zvlášť přesně rovnané	1	1	0,75	0,5

TYČE KRUHOVÉ Z OCELÍ TŘÍD 11 až 16 TAŽENÉ ZA STUDENA S ÚCHYLKAMI h11 a h12

Výběr z ČSN 42 6510
Účinnost od 1. 10. 1985

Materiál: 11 110, 11 140, 11 343, 11 373, 11 375, 11 423, 11 500, 11 523, 11 600, 11 700, 12 020, 12 030, 12 040, 12 050, 12 052, 12 060, 12 061, 13 141, 13 240, 14 120, 14 140, 14 220, 14 223, 14 341[1], 15 236, 15 260, 16 220, 16 720

Označení kruhové tyče průměru $D = 18$ mm s úchylkami h11 tažené zastudena, s povrchem po tažení, dále tepelně nezpracované, rovnané, z oceli 11 343:

KR 18h11 ČSN 42 6510.12 – 11 343.0

Jmenovitý průměr D (mm)	Mezní úchylky průměru (mm)		Plocha průřezu (mm^2)	Hmotnost 1 m (kg)	Jmenovitý průměr D (mm)	Mezní úchylky průměru (mm)		Plocha průřezu (mm^2)	Hmotnost 1 m (kg)
	h11	h12				h11	h12		
2,0	−0,060	−0,090	3,142	0,024 7	11			95,033	0,746 0
2,2			3,901	0,029 8	12			113.10	0,887 8
2,5			4,909	0,038 5	13	−0,110	−0,180	132,73	1,041 9
2,8			6,158	0,048 3	14			153,94	1,208 4
3,0			7,069	0,055 5	15			176,72	1,3872
					16			201,06	1,578 3
3,2			8,042	0,063 1	17			226,98	1,781 8
3,5			9,621	0,075 5	18			254,47	1,997 6
3,8			11,341	0,089 0					
4,0	−0,075	−0,120	12,566	0,098 6	19			283,53	2,225 7
4,2			13,854	0,108 8	20	−0,130	−0,210	314,16	2,466 1
4,5			15,904	0,124 8	25			490,87	3,853 4
4,8			18,036	0,142 0	30			706,86	5,548 8
5,0			19,635	0,154 1					
5,5			23,758	0,186 5	35			962,11	7,552 6
6,0			28,274	0,222 0	40	−0,160	−0,250	1 256,60	9,864 6
					45			1 590,40	12,485 0
6,5			33,183	0,260 5	50			1 963,50	15,413 0
7,0			38,484	0,302 1					
7,5	−0,090	−0,150	44,179	0,346 8	60	−0,190	−0,300	2 827,40	22,195 0
8,0			50,226	0,394 6					
8,5			56,745	0,445 4					
9,0			63,617	0,499 4					
10,0			78,540	0,616 5					

[1]) Vyrábějí se až od $D = 18$ mm

Tyče z ocelí tříd 13 až 16 se vyrábějí od $D = 16$ do $D = 60$ mm

Zvláštní skupinu ocelí třídy 11 ... tvoří oceli snadno obrobitelné, tzv. automatové. Používají se na součásti vyráběné na rychlořezných automatech. Např. ocel 11 110, 11 140.

TYČE ČTVERCOVÉ Z OCELÍ TŘÍD 11 a 12 TAŽENÉ ZA STUDENA S ÚCHYLKAMI h11 a h12

Výběr z ČSN 42 6520
Účinnost od 1. 10. 1985

Materiál: 11 110, 11 120, 11 140, 11 343, 11 373, 11 375, 11 423, 11 425, 11 500, 11 523, 11 600, 11 700, 12 010, 12 020, 12 023, 12 030, 12 040, 12 042, 12 050, 12 051, 12 052, 12 060, 12 061

Označení tyče čtvercové o straně čtverce $a = 22$ mm s úchylkou h11, tažené zastudena, s povrchem po tažení, dále tepelně nezpracovaná, rovnaná, z oceli 11 343:

4HR 22 h11 – ČSN 42 6520.12 – 11 343.0

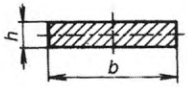
Jmenovitá strana čtverce a[1]) (mm)	Mezní úchylky rozměrů a (mm)		Plocha průřezu (mm^2)	Hmotnost 1 m (kg)
	h11	h12		
3,0	−0,060	−0,100	9	0,071
3,5	−0,075	−0,120	12,25	0,096
4,0			16,00	0,126
4,5			20,25	0,159
5,0			25,00	0,196
5,5[3])			30,25	0,237
6,0			36,00	0,283
7,0	−0,090	−0,150	49	0,385
8,0			64	0,502
9,0			81	0,636
10,0			100	0,785
11,0	−0,110	−0,180	121	0,950
12,0			144	1,130
14,0			196	1,540
15,0			225	1,770
16,0			256	2,010
17,0			289	2,270
18,0			324	2,540
20,0	−0,130	−0,210	400	3,14
22,0			484	3,80
24,0			576	4,52
25,0			625	4,91
28,0[2])			784	6,15
30,0			900	7,07
32,0	−0,160	−0,250	1 024	8,04
34,0[2])			1 156	9,07
35,0			1 225	9,62
36,0			1 296	10,20
40,0			1 600	12,60
45,0			2 025	15,90
50,0			2 500	19,60
55,0	−0,190	−0,300	3 025	23,70
60,0			3 600	28,30

[1]) Po dohodě s výrobcem se mohou vyrábět tyče i jiných rozměrů.
[2]) Rozměry nedoporučené.
[3]) Rozměr 5,5 mm se v ČR nevyrábí.

TYČE PLOCHÉ Z OCELÍ TŘÍD 11 A 12 TAŽENÉ ZA STUDENA S ÚCHYLKAMI h11 A h12

Výběr z ČSN 42 6522
Účinnost od 1. 10. 1985

Materiál: 11 110, 11 120, 11 140, 11 343, 11 373, 11 375, 11 423, 11 425, 11 500, 11 523, 11 600, 11 700, 12 010, 12 020, 12 021, 12 023, 12 030, 12 040, 12 042, 12 050, 12 051, 12 052, 12 060, 12 061



Označení tyče ploché šířky 36 mm s úchylkou h11 a tloušťky 12 mm, s povrchem po tažení, dále tepelně nezpracovaná, rovnaná, z oceli 11 373, s hutním atestem obsahujícím výsledky chemického rozboru tavby:

PLO 36 × 12 h11 – ČSN 42 6522.12 – 11 373.0 – ČSN 42 0134.50

Rozměry v mm

Šířka b	Mezní úchylky šířky b		Tloušťka h													
			1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	32
			Mezní úchylky tloušťky h11 (h12)													
	h11	h12	−0,060 (−0,100)				−0,075 (−0,120)			−0,090 (−0,150)		−0,110 (−0,180)		−0,130 (−0,210)		−0,250 –
			Hmotnost 1 m v kg													
5	−0,075	−0,100	0,063	0,079	0,098	0,118	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6			–	0,094	0,118	0,141	0,188	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8	−0,090	−0,150	0,100	0,126	0,157	0,188	0,251	0,314	0,377	–	–	–	–	–	–	–
10			0,126	0,157	0,196	0,236	0,314	0,393	0,471	0,628	–	–	–	–	–	–
12	−0,110	−0,180	–	0,188	0,236	0,283	0,377	0,471	0,565	0,754	0,942	–	–	–	–	–
14			–	0,220	0,275	0,330	0,440	0,550	0,659	0,879	1,099	1,319	–	–	–	–
16			–	0,251	0,314	0,377	0,502	0,628	0,754	1,005	1,256	1,507	–	–	–	–
18			–	0,283	0,353	0,424	0,565	0,707	0,848	1,130	1,413	1,696	2,261	–	–	–

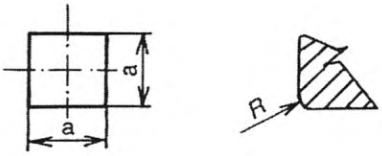
Pokračování

Šířka b	Mezní úchylky šířky b		Tloušťka h													
			1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	32
			Mezní úchylky tloušťky h11 (h12)													
	h11	h12	−0,060 (−0,100)				−0,075 (−0,120)			−0,090 (−0,150)		−0,110 (−0,180)		−0,130 (−0,210)		−0,250 –
			Hmotnost 1 m v kg													
20	−0,130	−0,210	–	0,314	0,393	0,471	0,628	0,785	0,942	1,256	1,570	1,884	2,512	–	–	–
22			–	–	0,432	0,518	0,691	0,864	1,036	1,382	1,727	2,072	2,763	3,454	–	–
25			–	–	0,491	0,589	0,785	0,981	1,178	1,570	1,963	2,355	3,140	3,925	–	–
28			–	–	–	0,659	0,879	1,099	1,319	1,758	2,198	2,638	3,517	4,396	5,495	–
32	−0,160	−0,250	–	–	–	–	1,005	1,256	1,507	2,010	2,512	3,014	4,019	5,024	6,280	–
36			–	–	–	–	1,130	1,413	1,696	2,261	2,826	3,391	4,552	5,652	7,065	9,043
40			–	–	–	–	1,256	1,570	1,884	2,512	3,140	3,768	5,024	6,280	7,850	10,05
45			–	–	–	–	1,413	1,766	2,120	2,826	3,533	4,239	5,652	7,065	8,831	11,30
50			–	–	–	–	1,570	1,963	2,355	3,140	3,925	4,710	6,280	7,850	9,813	12,56
56	−0,190	−0,300	–	–	–	–	1,758	2,198	2,638	3,517	4,396	5,275	7,034	8,792	10,99	14,07
63			–	–	–	–	–	2,473	2,967	3,956	4,946	5,935	7,913	9,891	12,36	15,83
70			–	–	–	–	–	2,478	3,297	4,396	5,495	6,594	8,792	10,99	13,74	17,58
80			–	–	–	–	–	–	3,768	5,024	6,280	7,536	10,05	12,56	15,70	20,10
90	−0,220	−0,350	–	–	–	–	–	–	4,239	5,652	7,065	8,478	11,30	14,13	17,66	22,61
100			–	–	–	–	–	–	–	6,280	7,850	9,420	12,56	15,70	19,62	25,12

Rozměry 5 × 1,6 a 8 × 1,6 mm se v ČR nevyrábějí.
Délka tyčí: do šířky 12 mm – 2 až 3 m, nad šířku 12 mm 2 až 6 m.

TYČE ČTVERCOVÉ Z OCELI 11 600 TAŽENÉ ZA STUDENA S ÚCHYLKAMI h9 NA KLÍNY A PERA

Výběr z ČSN 42 6525
Účinnost od 1. 10. 1972



Označení tyče čtvercové o straně čtverce 5 mm, klínová s povrchem po tažení zastudena, dále tepelně nezpracovaná, rovnaná, z oceli 11 600, ve stavu nežíhaném:

4 HR 5 – ČSN 42 6525.12 – 11 600.0

Rozměry v mm

Strana čtverce *a*	Mezní úchylky h9 strany čtverce	Zaoblení hran *R*	Hmotnost 1 m (kg)
2 3	−0,025	0,25 + 0,2	0,031 0,071
4 5 6	−0,030	0,5 + 0,2	0,126 0,196 0,283
7	−0,036	0,5 + 0,2	0,383

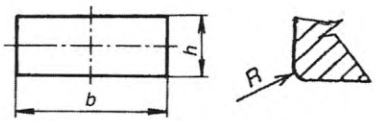
Délka tyčí v rozmezí od 1,5 do 3 m.

Mezní úchylky přímosti měřené na 1 m délky tyče

Druhá doplňková číslice za číslem této normy	Tyče podle přímosti	Mezní úchylka přímosti v mm/m
ČSN 42 6525. + **2**	rovnané	4
ČSN 42 6525. + **3**	přesně rovnané	2

TYČE PLOCHÉ Z OCELI 11 600 TAŽENÉ ZA STUDENA S ÚCHYLKAMI h9 PRO ŠÍŘKU A h11 PRO TLOUŠŤKU NA KLÍNY A PERA

Výběr z ČSN 42 6526
Účinnost od 1. 10. 1972



Označení tyče ploché o šířce 20 mm a tloušťce 12 mm, klínová, s povrchem po tažení zastudena, tepelně nezpracovaná, rovnaná, z oceli 11 600 s hutním atestem, obsahující výsledky chemického rozboru tavby:

TYČ OBD 20 × 12 – ČSN 42 6526.12 – 11 600.0 – ČSN 42 0134.50

Rozměry v mm

Šířka × tloušťka (výška) $b \times h$	Mezní úchylky		Zaoblení hran R	Hmotnost 1 m (kg)
	Šířky (b) h9	tloušťky (h) h11		
8 × 7	−0,036	−0,090	0,5 + 0,2	0,440
10 × 8			0,7 + 0,2	0,628
12 × 8	−0,043			0,754
14 × 9				0,989
16 × 10				1,256
18 × 11		−0,110		1,554
20 × 12	−0,052			1,884
22 × 14				2,418
25 × 14				2,748
28 × 16			1,2 + 0,3	3,517
32 × 18	−0,062	−0,130		4,522
36 × 20				5,652
40 × 22				6,908
45 × 25			2,0 + 0,5	8,831
50 × 28				10,99
56 × 32	−0,074	−0,160		14,07
63 × 32				15,83

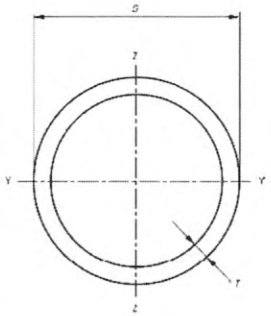
Délka tyčí:
– o šířce do 12 mm od 1,5 do 3,5 m,
– o šířce přes 12 mm od 1,5 do 6 m.

Tyče rozměrů 56 × 32 a 63 × 32 mm se dodávají s ostrými hranami.

DUTÉ PROFILY TVÁŘENÉ ZA TEPLA Z NELEGOVANÝCH A JEMNOZRNNÝCH KONSTRUKČNÍCH OCELÍ

Výběr z ČSN EN 10210-1, 2 (42 5952)
Účinnost od 1. 11. 2006

Kruhové profily



Označení tenkostěnného uzavřeného kruhového profilu o průměru 42,4 mm a tloušťce stěny 3,2 mm s délkou 2000 mm z nelegované, plně uklidněné oceli:

TR ∅ 42,4 x 3,2 – 2000 – EN 10210 - S275J2H

Jmenovitý rozměr		Hmotnost na jednotku délky	Plocha příčného průřezu	Jmenovitý rozměr		Hmotnost na jednotku délky	Plocha příčného průřezu	Jmenovitý rozměr		Hmotnost na jednotku délky	Plocha příčného průřezu
D	T	M	A	D	T	M	A	D	T	M	A
mm	mm	kg/m	cm²	mm	mm	kg/m	cm²	mm	mm	kg/m	cm²
21,3	2,3	1,08	1,37	60,3	3,2	4,51	5,74	114,3	3,2	8,77	11,2
21,3	2,6	1,20	1,53	60,3	4,0	5,55	7,07	114,3	4,0	10,9	13,9
21,3	3,2	1,43	1,82	60,3	5,0	6,82	8,69	114,3	5,0	13,5	17,2
26,9	2,3	1,40	1,78	76,1	2,6	4,71	6,00	114,3	6,3	16,8	21,4
26,9	2,6	1,56	1,98	76,1	3,2	5,75	7,33	114,3	8,0	21,0	26,7
26,9	3,2	1,87	2,38	76,1	4,0	7,11	9,06	139,7	10,0	25,7	32,8
33,7	2,6	1,99	2,54	76,1	5,0	8,77	11,2	139,7	4,0	13,4	17,1
33,7	3,2	2,41	3,07	88,9	3,2	6,76	8,62	139,7	5,0	16,6	21,2
33,7	4,0	2,93	3,73	88,9	4,0	8,38	10,7	139,7	6,3	20,7	26,4
42,4	2,6	2,55	3,25	88,9	5,0	10,3	13,2	139,7	8,0	26,0	33,1
42,4	3,2	3,09	3,94	88,9	6,3	12,8	16,3	139,7	10,0	32,0	40,7
42,4	4,0	3,79	4,83	101,6	3,2	7,77	9,89	168,3	12,5	39,2	50,0
48,3	2,6	2,93	3,73	101,6	4,0	9,63	12,3	168,3	4,0	16,2	20,6
48,3	3,2	3,56	4,53	101,6	5,0	11,9	15,2	168,3	5,0	20,1	25,7
48,3	4,0	4,37	5,57	101,6	6,3	14,8	18,9	168,3	6,3	25,2	32,1
48,3	5,0	5,34	6,80	101,6	8,0	18,5	23,5	168,3	8,0	31,6	40,3
60,3	2,6	3,70	4,71	101,6	10,0	22,6	28,8	168,3	10,0	39,0	49,7

Úchylky

Úchylky nesmí překročit hodnoty uvedené v tabulce pro tvar, rovinnost a hmotnost. V dalších tabulkách jsou uvedeny úchylky pro dodávané délky a pro vnější a vnitřní převýšení svaru dutých profilů elektricky svařovaných pod tavidlem.

Vnitřní rohy čtvercových a obdélníkových dutých profilů musí být zaobleny.

POZNÁMKA: Vnitřní tvar zaoblení rohu není definován.

Tolerance tvaru, přímosti a hmotnosti

Charakteristika	Kruhové duté profily	Čtvercové a obdélníkové duté profily	Eliptické duté profily
Vnější rozměry (D, B, H)	± 1 %, min. ± 0,5 mm a max. ± 10 mm	± 1 % [a], min. ± 0,5 mm	
Tloušťka (T)	–10 % [b), c)]		
Ovalita (O)	2 % pro duté profily s poměrem průměru k tloušťce stěny nepřesahující 100 [d)]	–	
Vydutost/Vypuklost (x_1, x_2) [e)]	–	1 %	–
Pravoúhlost stran profilu (θ)	–	90° ± 1°	–
Vnější tvar zaoblení hran profilu (C_1, C_2 nebo R) [f)]	–	maximálně 3T pro každou hranu profilu	–
Zkroucení (V)	–	2 mm [a)] plus 0,5 mm/m délky [a)]	
Přímost (e)	0,2 % celkové délky [a)] a 3 mm na každém 1 m délky		
Hmotnost (M)	± 6 % pro jednotlivé dodávané délky [g)]		

a) U eliptických dutých profilů o rozměrech H < 250 mm jsou úchylky dvojnásobné než hodnoty uvedené v tabulce.
b) Kladná úchylka je omezena mezní úchylkou hmotnosti.
c) U bezešvých dutých profilů může být mezní úchylka tloušťky větší než 10 %, maximálně 12,5 % jmenovité tloušťky stěny, což může být v přechodných oblastech na 25 % obvodu.
d) Pokud poměr průměru k tloušťce stěny překračuje hodnotu 100, musí se ovalita dohodnout.
e) Úchylky vydutosti a vypuklosti nezávisí na mezních úchylkách vnějších rozměrů.
f) Strany profilu nesmí být tečnami zaoblení hran.
g) Kladná mezní úchylka hmotnosti bezešvých dutých profilů je maximálně 8 %.

Mezní úchylky dodávaných délek

Druh délky [a)]	Rozsah délek nebo délka L	Mezní úchylky
Výrobní délky	4 000 ≤ L ≤ 16 000 v rozsahu po 2 000 podle objednávky	10 % dutých profilů může být dodáno pod min. objednaného rozsahu, ale ne méně než 75 % min. rozsahu délky
Přibližné délky	4 000 ≤ L ≤ 16 000	± 500 mm [b)]
Přesné délky	2 000 ≤ L ≤ 6 000	$^{+10}_{0}$ mm
	> 6 000 c)	$^{+15}_{0}$ mm

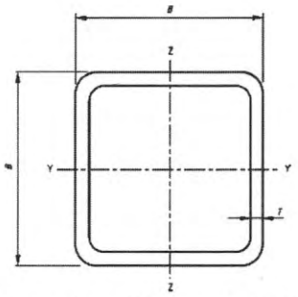
a) Výrobci musí být při objednávání oznámen druh délky, rozsah délek nebo požadovaná délka.
b) Volitelný požadavek 2.1 Mezní úchylky přibližných délek jsou $^{+150}_{0}$ mm.
c) Běžné délky profilů jsou 6 m a 12 m.

Tolerance vnitřního a vnějšího převýšení svarového spoje dutých profilů svařovaných pod tavidlem

Rozměry v mm

Tloušťka stěny, T	Maximální převýšení svarového spoje
≤ 14,2	3,5
> 14,2	4,8

Čtvercové profily

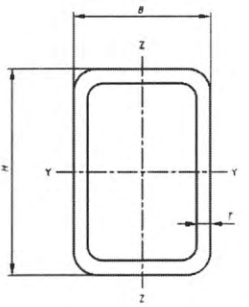


Označení tenkostěnného uzavřeného čtvercového profilu o rozměrech 40 x 40 mm a tloušťce stěny 3,2 mm s délkou 2000 mm z nelegované, plně uklidněné oceli:

TR 4HR 40 x 3,2 – 2000 – EN 10210 - S275J2H

Jmenovitý rozměr		Hmotnost na jednotku délky	Plocha příčného průřezu	Jmenovitý rozměr		Hmotnost na jednotku délky	Plocha příčného průřezu	Jmenovitý rozměr		Hmotnost na jednotku délky	Plocha příčného průřezu
D	T	M	A	D	T	M	A	D	T	M	A
mm	mm	kg/m	cm²	mm	mm	kg/m	cm²	mm	mm	kg/m	cm²
40	2,6	3,00	3,82	60	8,0	12,5	16,0	90	8,0	20,1	25,6
40	3,2	3,61	4,60	70	3,2	6,63	8,4	100	4,0	11,9	15,2
40	4,0	4,39	5,59	70	4,0	8,15	10,4	100	5,0	14,7	18,7
40	5,0	5,26	6,73	70	5,0	9,99	12,7	100	6,3	18,2	23,2
50	2,6	3,81	4,86	70	6,3	12,3	15,6	100	8,0	22,6	28,8
50	3,2	4,62	5,88	70	8,0	15,0	19,2	100	10,0	27,4	34,9
50	4,0	5,64	7,19	80	3,2	7,63	9,72	120	5,0	17,8	22,7
50	5,0	6,85	8,73	80	4,0	9,41	12,0	120	6,3	22,2	28,2
50	6,3	8,31	10,6	80	5,0	11,6	14,7	120	8,0	27,6	35,2
60	2,6	4,63	5,90	80	6,3	14,2	18,1	120	10,0	33,7	42,9
60	3,2	5,62	7,16	80	8,0	17,5	22,4	120	12,5	40,9	52,1
60	4,0	6,90	8,79	90	4,0	10,7	13,6	140	5,0	21,0	26,7
60	5,0	8,42	10,7	90	5,0	13,1	16,7	140	6,3	26,1	33,3
60	6,3	10,3	13,1	90	6,3	16,2	20,7	140	8,0	32,6	41,6

Obdélníkové profily



Označení tenkostěnného uzavřeného obdélníkového profilu o rozměrech 50 x 30 mm a tloušťce stěny 4,0 mm s délkou 2000 mm z nelegované, plně uklidněné oceli:

TR OBD 50 x 20 x 4 – 2000 – EN 10210 - S275J2H

Jmenovitý rozměr			Hmotnost na jednotku délky	Plocha příčného průřezu	Jmenovitý rozměr			Hmotnost na jednotku délky	Plocha příčného průřezu	Jmenovitý rozměr			Hmotnost na jednotku délky	Plocha příčného průřezu
D		T	M	A	D		T	M	A	D		T	M	A
mm		mm	kg/m	cm²	mm		mm	kg/m	cm²	mm		mm	kg/m	cm²
50	30	2,6	3,00	3,82	90	50	3,2	6,63	8,44	100	60	8,0	17,5	22,4
50	30	3,2	3,61	4,60	90	50	4,0	8,15	10,4	120	60	4,0	10,7	13,6
50	30	4,0	4,39	5,59	90	50	5,0	9,99	12,7	120	60	5,0	13,1	16,7
50	30	5,0	5,28	6,73	90	50	6,3	12,3	15,6	120	60	6,3	16,2	20,7
60	40	2,6	3,81	4,86	90	50	8,0	15,0	19,2	120	60	8,0	20,1	25,6
60	40	3,2	4,62	5,88	100	50	3,2	7,13	9,08	120	60	10,0	24,3	30,9
60	40	4,0	5,64	7,19	100	50	4,0	8,78	11,2	120	80	4,0	11,9	15,2
60	40	5,0	6,85	8,73	100	50	5,0	10,8	13,7	120	80	5,0	14,7	18,7
60	40	6,3	8,31	10,6	100	50	6,3	13,3	16,9	120	80	6,3	18,2	23,2
80	40	3,2	5,62	7,16	100	50	8,0	16,3	20,8	120	80	8,0	22,6	28,8
80	40	4,0	6,90	8,79	100	60	3,2	7,63	9,72	120	80	10,0	27,4	34,9
80	40	5,0	8,42	10,7	100	60	4,0	9,41	12,0	140	80	4,0	13,2	16,8
80	40	6,3	10,3	13,1	100	60	5,0	11,6	14,7	140	80	5,0	16,3	20,7
80	40	8,0	12,5	16,0	100	60	6,3	14,2	18,1	140	80	6,3	20,2	25,7

Duté profily z nelegovaných ocelí – chemické složení a mechanické vlastnosti

Chemické složení (rozbor tavby) pro výrobky tloušťky ≤ 120 mm

Označování oceli		Způsob desoxidace [a]	Hmotnostní % max.						
			C		Si	Mn	P	S	N [b], [c]
Značka	Číselné označení		Jmenovitá tloušťka v mm						
			≤ 40	> 40 ≤ 120					
S235JRH	1.0039	FN	0,17	0,20	–	1,40	0,040	0,040	0,009
S275J0H	1.0149	FN	0,20	0,22	–	1,50	0,035	0,035	0,009
S275J2H	1.0138	FF	0,20	0,22	–	1,50	0,030	0,030	–
S355J0H	1.0547	FN	0,22	0,22	0,55	1,60	0,035	0,035	0,009
S355J2H	1.0576	FF	0,22	0,22	0,55	1,60	0,030	0,030	–
S355K2H	1.0512	FF	0,22	0,22	0,55	1,60	0,030	0,030	–

[a] Způsob desoxidace se označuje takto:

FN = Neuklidněná ocel není dovolena;

FF = Plně uklidněná ocel obsahuje prvky, které vážou dusík v množstvích dostatečných pro vázání dusíku (například minimálně 0,020 % celkového Al, nebo 0,015 % Al rozpustného v kyselinách).

[b] Je dovoleno překročit stanovené hodnoty za podmínek, že každé zvýšení obsahu dusíku o 0,001 % N se obsah fosforu sníží o 0,005 %. Obsah dusíku při rozboru tavby však nesmí být vyšší než 0,012 %.

[c] Maximální hodnota pro dusík neplatí, pokud je při rozboru tavby zjištěn minimální obsah celkového hliníku 0,020% a poměr Al/N je 2:1, nebo jsou v dostatečném množství přítomny prvky, které vážou dusík. Prvky, které vážou dusík musí být uvedeny v dokumentu kontroly.

Duté profily z jemnozrnných ocelí – chemické složení a mechanické vlastnosti

Chemické složení (rozbor tavby) pro výrobky tloušťky ≤ 65 mm

Označování oceli		Způsob desoxidace [a]	Hlavní skupina jakosti [b]	Hmotnostní %													
Značka	Číselné označení			C max.	Si max.	Mn	P max.	S max.	Nb max.	V max.	Al celk. [c] min.	Ti max.	Cr max.	Ni max.	Mo max.	Cu [d] max.	N max.
S275NH	1.0493	GF	QS	0,20	0,40	0,50 0,40	0,035	0,030	0,050	0,08	0,020	0,03	0,30	0,30	0,10	0,35	0,015
S275NLH	1.0497						0,030	0,025									
S355NH	1.0539	GF	QS	0,20	0,50	0,90 1,65	0,035	0,030	0,050	0,12	0,020	0,03	0,30	0,50	0,10	0,35	0,020
S355NLH	1.0549			0,18			0,030	0,025									
S420NH	1.8750	GF	SS	0,22	0,60	1,00 1,70	0,035	0,030	0,050	0,20	0,020	0,03	0,30	0,80	0,10	0,70	0,025
S420NLH	1.8751						0,030	0,025									
S460NH	1.8953	GF	SS	0,22	0,60	1,00 1,70	0,035	0,030	0,050	0,20	0,020	0,03	0,30	0,80	0,10	0,70	0,025
S460NLH	1.8956						0,030	0,025									

[a] Způsob desoxidace se označuje takto:
GF = plně uklidněná ocel s jemnozrnnou strukturou, obsahující v dostatečném množství prvky schopné vázat přítomný dusík a mají jemnozrnnou strukturu.

[b] QS = jakostní ocel. SS = ušlechtilá ocel.

[c] Požadavek minimálního obsahu celkového hliníku neplatí, jsou-li přítomny v dostatečném množství prvky, které vážou N.

[d] Při obsahu mědi nad 0,30 % musí obsah niklu být nejméně polovina obsahu mědi.

PLECHY Z OCELÍ TŘÍDY 17 VÁLCOVANÉ ZA TEPLA

Výběr z ČSN 42 5315
Účinnost od 1. 8. 1978

Materiál: 17 022, 17 023, 17 024, 17 027, 17 029, 17 061, 17 113, 17 125, 17 153
Povrch dle ČSN 42 5315.1 – nemořený
ČSN 42 5315.2 – mořený matný

Označení plechů z ocelí třídy 17, tloušťky 1 mm, šířky 1 000 m, délky 2 000 mm:

PLECH 1 × 1000 × 2000 – ČSN 42 5315 – 17 241

Jmenovitá tloušťka mm	Při šířce v mm								
	750	800	850	900	950	1000	1100	1200	1250
	největší délka v m								
1	2								
1,25									
1,5	2,5								
1,8									
2	2				3				
2,5									
3									
4									
5									
6									
7									
8	3					6			
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16						7			
17									
18									
19									
20									
21	2,5								
22									
23									
24									
25									
26	2								
28									
30									

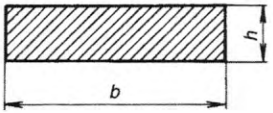
Materiál: 17 020, 17 021, 17 040, 17 041, 17 241, 17 242, 17 246, 17 247, 17 248, 17 249, 17 254, 17 346, 17348, 17 460, 17 481

<table>
<tr><td rowspan="3">Jmenovitá tloušťka mm</td><td colspan="9">Při šířce v mm</td></tr>
<tr><td>750</td><td>800</td><td>850</td><td>900</td><td>950</td><td>1 000</td><td>1 100</td><td>1 200</td><td>1 250</td></tr>
<tr><td colspan="9">největší délka v mm</td></tr>
<tr><td>0,80</td><td colspan="6" rowspan="3">2 000</td><td>–</td><td>–</td><td>–</td></tr>
<tr><td>0,90</td><td>–</td><td>–</td><td>–</td></tr>
<tr><td>1,0</td><td>–</td><td>–</td><td>–</td></tr>
<tr><td>1,25</td><td colspan="8" rowspan="6">2 500</td></tr>
<tr><td>1,5</td></tr>
<tr><td>1,8</td></tr>
<tr><td>2</td></tr>
<tr><td>2,5</td></tr>
<tr><td>3,0</td></tr>
</table>

Délky jsou odstupňovány po 100 mm, nejmenší délkou 1 000 mm počínaje.
Povrch dle ČSN 42 5315.4 — mořený, hladký, matně lesklý dválc. zastudena
ČSN 42 5315.5 — mořený, hladký, lesklý s dvojím dválc. zastudena

ŠIROKÁ OCEL VÁLCOVANÁ ZA TEPLA Z OCELÍ TŘÍD 12 AŽ 16 A 19 VYSOKÉ PŘESNOSTI

Výběr z ČSN 42 5526
Účinnost od 1. 2. 1990



Označení oceli válcované zatepla o rozměrech 160 × 20 mm, s ostrými hranami, v provedení vysoké přesnosti, s povrchem k obrábění, z oceli 12 060, tepelně nezpracované, nerovnané, s osvědčením o obsahu prvků:

PLO 160 × 20 – ČSN 42 5526.10 – 12 060.10 – ČSN 42 0220.50

Přehled vyráběné oceli:

Označení oceli podle ČSN				
12 010	14 140	15 240	19 015	19 452
12 020	14 160	15 241	19 065	19 486
12 023	14 220	15 260	19 083	19 487
12 024	14 221	15 261	19 096	19 520
12 030	14 223	15 320	19 103	
12 031	14 230	15 330	19 132	
12 040	14 231	15 340	19 133	
12 041	14 240	16 121	19 152	
12 042	14 260	16 220	19 191	
12 050	14 331	16 231	19 192	
12 051	14 340	16 240	19 221	
12 060	14 341	16 320	19 222	
12 061	15 124	16 341	19 312	
12 071	15 128	16 343	19 313	
13 141	15 130	16 420	19 314	
13 180	15 131	16 440	19 315	
13 240	15 142	16 523	19 356	
13 242	15 230	16 532	19 421	
13 251	15 231	16 720		
13 270	15 233			
14 120	15 236			

Jmenovité rozměry příčného průřezu a hmotnost

Šířka b mm	Tloušťka h, mm																	
	5	6	7	8	10	12	14	15	16	18	20	22	25	30	35	40	45	50
	Hmotnost 1 m, kg																	
155	* ** 6,08	* ** 7,30	* ** 8,52	* ** 9,73	* ** 12,2	* ** 14,6	* ** 17,0	* ** 18,3	* ** 19,5	* ** 21,9	* ** 24,3	* 26,8	* 30,4	* 36,5	* 42,6	* 48,7	* 54,8	* 60,8
160	* ** 6,28	* ** 7,54	* ** 8,79	* ** 10,0	* ** 12,6	* ** 15,1	* ** 17,6	* ** 18,8	* ** 20,1	* ** 22,6	* ** 25,1	* 27,6	* 31,4	* 37,7	* 44,0	* 50,2	* 56,5	* 62,8
165	* ** 6,48	* ** 7,77	* ** 9,07	* ** 10,4	* ** 13,0	* ** 15,5	* ** 18,1	* ** 19,4	* ** 20,7	* ** 23,3	* ** 25,9	* 28,5	* 32,4	* 38,9	* 45,3	* 51,8	* 58,3	* 64,8
170	* ** 6,67	* ** 8,01	* ** 9,34	* ** 10,7	* ** 13,3	* ** 16,0	* ** 18,7	* ** 20,0	* ** 21,4	* ** 24,0	* ** 26,7	* 29,4	* 33,4	* 40,0	* 46,7	* 53,4	* 60,1	* 66,7
175	** 6,87	** 8,24	* ** 9,62	* ** 11,0	* ** 13,7	* ** 16,5	* ** 19,2	* ** 20,6	* ** 22,0	* ** 24,7	* ** 27,5	* ** 30,2	* 34,3	* 41,2	* 48,1	* 55,0	* 61,8	* 68,7
180	** 7,07	** 8,48	* ** 9,89	* ** 11,3	* ** 14,1	* ** 17,0	* ** 19,8	* ** 21,2	* ** 22,6	* ** 25,4	* ** 28,3	* ** 31,1	* 35,3	* 42,4	* 49,5	* 56,5	* 63,6	* 70,7
185	** 7,26	** 8,71	** 10,2	* ** 11,6	* ** 14,5	* ** 17,4	* ** 20,3	* ** 21,8	* ** 23,2	* ** 26,1	* ** 29,0	* ** 31,9	* 36,3	* 43,6	* 50,8	* 58,1	* 65,4	
190	** 7,46	** 8,95	** 10,4	* ** 11,9	* ** 14,9	* ** 17,9	* ** 20,9	* ** 22,4	* ** 23,9	* ** 26,8	* ** 29,8	* ** 32,8	* 37,3	* 44,7	* 52,2	* 59,7	* 67,1	
195	** 7,65	** 9,18	** 10,7	** 12,2	* ** 15,3	* ** 18,4	* ** 21,4	* ** 23,0	* ** 24,5	* ** 27,6	* ** 30,6	* ** 33,7	* 38,3	* 45,9	* 53,6	* 61,2	* 68,9	
200	** 7,85	** 9,42	** 11,0	** 12,6	* ** 15,7	* ** 18,8	* ** 22,0	* ** 23,6	* ** 25,1	* ** 28,3	* ** 31,4	* ** 34,5	* ** 39,3	* 47,1	* 55,0	* 62,8	* 70,7	

* široká ocel ostrá (O). Silně ohraničené rozměry široké ostré oceli mají slabě zaoblené boky ** široká ocel zaoblená (Z)

HLINÍK A SLITINY HLINÍKU – PLECHY, PÁSY A DESKY TVÁŘENÉ ZA TEPLA

Výběr z ČSN EN 485-3
(42 7332)
Účinnost od 1. 10. 2003

Mezní úchylky pro jmenovité rozměry

Rozměry v mm

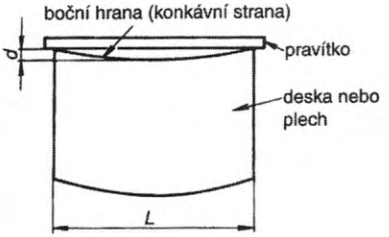
Stanovená tloušťka		Mezní úchylky tloušťky pro stanovenou šířku				
nad	do a včetně	do a včetně 1 250	nad 1 250 do a včetně 1 600	nad 1 600 do a včetně 2 000	nad 2 000 do a včetně 2 500	nad 2 500 do a včetně 3 500
≥ 2,5	4	± 0,28	± 0,28	± 0,32	± 0,35	± 0,40
4	5	± 0,30	± 0,30	± 0,35	± 0,40	± 0,45
5	6	± 0,32	± 0,32	± 0,40	± 0,45	± 0,50
6	8	± 0,35	± 0,40	± 0,40	± 0,50	± 0,55
8	10	± 0,45	± 0,50	± 0,50	± 0,55	± 0,60
10	15	± 0,50	± 0,60	± 0,65	± 0,65	± 0,80
15	20	± 0,60	± 0,70	± 0,75	± 0,80	± 0,90
20	30	± 0,65	± 0,75	± 0,85	± 0,90	± 1,0
30	40	± 0,75	± 0,85	± 1,0	± 1,1	± 1,2
40	50	± 0,90	± 1,0	± 1,1	± 1,2	± 1,5
50	60	± 1,1	± 1,2	± 1,4	± 1,5	± 1,7
60	80	± 1,4	± 1,5	± 1,7	± 1,9	± 2,0
80	100	± 1,7	± 1,8	± 1,9	± 2,1	± 2,2
100	150	± 2,1	± 2,2	± 2,5	± 2,6	
150	220	± 2,5	± 2,6	± 2,9	± 3,0	

Mezní úchylky šířky a délky pro plechy a desky

Rozměry v mm

Jmenovitá tloušťka		Mezní úchylky šířky a délky pro jmenovitou šířku a délku				
nad	do a včetně	do a včetně 1 000	nad 1 000 do a včetně 2 000	nad 2 000 do a včetně 3 000	nad 3 000 do a včetně 3 500	Pro délky nad 3 500 do a včetně 6 000
–	6	+ 5 0	+ 7 0	+ 8 0	+ 10 0	+ 10 0
6	12	+ 6 0	+ 7 0	+ 8 0	+ 10 0	+ 10 0
12	50	+ 6 0	+ 8 0	+ 9 0	+ 10 0	+ 10 0
50	200	+ 8 0	+ 8 0	+ 9 0	+ 10 0	+ 10 0
200	400	+ 11 0	+ 11 0	+ 12 0	+ 12 0	+ 12 0

Mezní úchylky tvaru polotovaru ovlivňuje především:
šavlovitost (úchylky přímosti)



d – odchylka od přímosti
L – délka plechu nebo desky

Mezní úchylky šavlovitosti (přímosti) pro plechy a desky — Rozměry v mm

Stanovená šířka		Úchylka přímosti d_{max} pro stanovenou délku L			
nad	do a včetně	do a včetně 2 000	nad 2 000 do a včetně 3 000	nad 3 000 do a včetně 5 000	nad 5 000 do a včetně 15 000
–	1 250	4	7	10	0,2 % stanovené délky
1 250	1 500	3	6	8	
1 500	2 000	3	6	7	
2 000	3 500	–	5	6	

Mezní úchylky rovinností pro plechy a desky — Rozměry v mm

Stanovená šířka		Celková úchylka %		Místní úchylka % (pro tětivu nejméně 300 mm) d_{max}/l
nad	do a včetně	na délce d_{max}/L	na šířce d_{max}/W	
≥ 2,5	3,0	0,4	0,5	0,5
3,0	6,0	0,3	0,4	0,35
6,0	50	0,2	0,4	0,3
50	200	0,2	0,2	podle dohody

Rovinnost – odchylka od rovinnosti (d) je dána prohnutím, zborcením (vyboulením) nebo zvlněním okrajů plechu nebo desky. Mezní úchylky jsou vyjádřeny v procentech délky nebo šířky nebo měřeného oblouku délky.

HLINÍK A SLITINY HLINÍKU – PLECHY, PÁSY A DESKY TVÁŘENÉ ZA STUDENA

Výběr z ČSN EN 485-4
(42 7336)
Účinnost od 1. 12. 1996

Slitiny jsou rozděleny do dvou skupin podle obtížnosti výroby

Skupina I	1080A 1070A 1050A 1200 3003 3103 3005 3105 4006 4007 5005 5050 8011A
Skupina II	2014 2017A 2024 3004 5040 5049 5251 5052 5154A 5454 5754 5182 5083 5086 6061 6082 7020 7021 7022 7075

Rozměry dodávaných polotovarů, tj. tloušťka a šířka, včetně mezních úchylek tloušťky

Rozměry v mm

Jmenovitá tloušťka		Mezní úchylky tloušťky pro jmenovitou šířku										
		do a včetně 1 000		nad 1 000 do a včetně 1 250		nad 1 250 do a včetně 1 600		nad 1 600 do a včetně 2 000		nad 2 000 do a včetně 2 500	nad 2 500 do a včetně 3 000	nad 3 000 do a včetně 3 500
nad	do a včetně	skupina slitin		skupina slitin		skupina slitin		skupina slitin		skupina slitin I a II	skupina slitin I a II	skupina slitin I a II
		I	II	I	II	I	II	I	II			
1,0	1,2	±0,04	±0,05	±0,07	±0,09	±0,09	±0,10	±0,10	±0,12	±0,14	–	–
1,2	1,5	±0,05	±0,07	±0,09	±0,11	±0,10	±0,12	±0,11	±0,14	±0,16	–	–
1,5	1,8	±0,06	±0,08	±0,10	±0,12	±0,11	±0,13	±0,12	±0,15	±0,17	–	–
1,8	2,0	±0,06	±0,09	±0,11	±0,13	±0,12	±0,14	±0,14	±0,16	±0,19	–	–
2,0	2,5	±0,07	±0,10	±0,12	±0,14	±0,13	±0,15	±0,15	±0,17	±0,20	–	–
2,5	3,0	±0,08	±0,11	±0,13	±0,15	±0,15	±0,17	±0,17	±0,19	±0,23	–	–
3,0	3,5	±0,10	±0,12	±0,15	±0,17	±0,17	±0,19	±0,18	±0,20	±0,24	–	–
3,5	4,0	±0,15		±0,20		±22		±0,23		±0,25	±0,34	±0,38
4,0	5,0	±0,18		±0,22		±24		±0,25		±0,29	±0,36	±0,42
5,0	6,0	±0,20		±0,24		±25		±0,26		±0,32	±0,40	±0,46
6,0	8,0	±0,24		±0,30		±31		±0,32		±0,38	±0,44	±0,50
8,0	10	±0,27		±0,33		±36		±0,38		±0,44	±0,50	±0,56

Mezní úchylky tvaru polotovaru jsou dány především:
Šavlovitost — viz tabulka:
a) pásy (měřeno na délce pásu 2 000 mm)

Rozměry v mm

Jmenovitá šířka		Šavlovitost d_{max}
nad	do a včetně	
≧25[1])	100	8
100	300	6
300	600	5
600	1 000	4
1 000	2 000	3
2 000	3 500	3

[1]) Pro šířku menší než 25 mm jsou mezní úchylky dohodnuty mezi odběratelem a dodavatelem

b) plechy a desky

Rozměry v mm

Jmenovitá šířka		Šavlovitost d_{max} pro jmenovitou délku L				
nad	do a včetně	do a včetně 1 000	nad 1 000 do a včetně 2 000	nad 2 000 do a včetně 3 500	nad 3 500 do a včetně 5 000	nad 5 000 do a včetně 15 000
≧100[1])	300	2	4	8	–	–
300	600	1,5	3	5	–	–
600	1 000	1	2	4	5	0,1 % jmenovité délky
1 000	2 000	–	2	4	5	
2 000	3 500	–	–	4	5	

[1]) Pro šířku menší než 100 mm jsou mezní úchylky dohodnuty mezi odběratelem a dodavatelem

Rovinnost — plechy a desky

Rozměry v mm

Jmenovitá tloušťka mm		Celková odchylka %		Částečná odchylka % (pro oblouk délky nejméně 300 mm) d_{max}/l
nad	do a včetně	na délce d_{max}/L	na šířce d_{max}/W	
0,20	0,50	podle dohody	podle dohody	podle dohody
0,50	3,0	0,4	0,5	0,5
3,0	6,0	0,3	0,4	0,4
6,0	50	0,2	0,4	0,3

Pokračování

Jmenovitá tloušťka		Mezní úchylky tloušťky pro jmenovitou šířku													
		do a včetně 1 000		nad 1 000 do a včetně 1 250		nad 1 250 do a včetně 1 600		nad 1 600 do a včetně 2 000		nad 2 000 do a včetně 2 500	nad 2 500 do a včetně 3 000	nad 3 000 do a včetně 3 500
nad	do a včetně	skupina slitin		skupina slitin		skupina slitin		skupina slitin		skupina slitin I a II	skupina slitin I a II	skupina slitin I a II
		I	II	I	II	I	II	I	II			
10	12	±0,32		±0,38		±0,40		±0,41		±0,47	±0,53	±0,59
12	15	±0,36		±0,42		±0,43		±0,45		±0,51	±0,57	±0,63
15	20	±0,38		±0,44		±0,46		±0,48		±0,54	±0,60	±0,66
20	25	±0,40		±0,46		±0,48		±0,50		±0,56	±0,62	±0,68
25	30	±0,45		±0,50		±0,53		±0,55		±0,60	±0,65	±0,70

Při měření tloušťky musí být vynechána oblast 10 mm od okraje výrobku

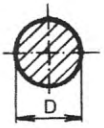
Mezní úchylky šířky pro plechy a desky

Rozměry v mm

Jmenovitá tloušťka		Mezní úchylky šířky pro jmenovitou šířku				
nad	do a včetně	do a včetně 500	nad 500 do a včetně 1 250	nad 1 250 do a včetně 2 000	nad 2 000 do a včetně 3 000	nad 3 000 do a včetně 3 500
0,20	3,0	+1.5 0	+3 0	+4 0	+5 0	–
3,0	6,0	+3 0	+4 0	+5 0	+8 0	+8 0
6,0	50	+4 0	+5 0	+5 0	+8 0	+8 0

LISOVANÉ TYČE KRUHOVÉ Z HLINÍKU A SLITIN HLINÍKU

Výběr z ČSN EN 755-3
(42 7511)
Účinnost od 1. 11. 2008



Označení kruhové tyče o průměru D = 20 mm, délky l = 2000 mm s označením stavu podle normy ČSN EN 515, ze slitiny hliníku EN AW – 3103, chemické složení [AlMn1] s mezními úchylkami rozměrů a tvaru podle normy ČSN EN 755-3:

∅ 20 – 2000 - EN 515 - EN AW – 3103 – EN 755-3

Průměr D (mm)	Plocha průřezu (mm²)	Hmotnost 1 m (kg)
10	78,5	0,212
11	95,0	0,257
12	113,1	0,305
14	154,0	0,416
16	201,1	0,543
18	254,5	0,687
20	314,2	0,848
22	380,2	1,030
25	490,9	1,330
28	615,8	1,660
32	804,2	2,170
36	1 018,0	2,750
40	1 257,0	3,390
45	1 590,0	4,290
50	1 964,0	5,300
56	2 463,0	6,650

Průměr D (mm)	Plocha průřezu (mm²)	Hmotnost 1 m (kg)
60	2 827,0	7,630
63	3 117,0	8,420
70	3 848,0	10,400
80	5 027,0	13,60
90	6 362,0	17,20
100	7 854,0	21,20
110	9 503,0	25,70
125	12 272,0	33,10
140	15 394,0	41,60
160	20 106,0	54,30
180	25 447,0	68,70
200	31 416,0	84,80
220	38 013,0	102,60
250	49 087,0	132,50
280	61 575,0	166,20

Výše uvedené průměry jsou pouze informativní, je nutné vycházet z produktových listů konkrétního výrobce.

Skupiny používaných slitin

Rozdělení nejčastěji používaných slitin ve strojírenství do skupiny I a skupiny II:

Skupina I	EN AW-1050A	EN AW-1070A	EN AW-1200	EN AW-1350	
	EN AW-3102	EN AW-3003	EN AW-3103		
	EN AW-5005	EN AW-5005A	EN AW-5051A	EN AW-5251	
	EN AW-6101A	EN AW-6101B	EN AW-6005	EN AW-6005A	EN AW-6106
	EN AW-6008	EN AW-6010A	EN AW-6012	EN AW-6014	EN AW-6018
	EN AW-6023	EN AW-6351	EN AW-6060	EN AW-6360	EN AW-6061
	EN AW-6261	EN AW-6262	EN AW-6262A	EN AW-6063	EN AW-6063A
	EN AW-6463	EN AW-6065	EN AW-6081	EN AW-6082	EN AW-6182
Skupina II	EN AW-2007	EN AW-2011	EN AW-2011A	EN AW-2014	EN AW-2014A
	EN AW-2017A	EN AW-2024	EN AW-2030		
	EN AW-5019	EN AW-5049	EN AW-5052	EN AW-5154A	EN AW-5454
	EN AW-5754	EN AW-5083	EN AW-5086		
	EN AW-7003	EN AW-7005	EN AW-7108	EN AW-7108A	EN AW-7020
	EN AW-7021	EN AW-7022	EN AW-7049A	EN AW-7075	

Mezní úchylky průměrů

Rozměry v mm

Průměr D		Mezní úchylky	
nad	do a včetně	Skupina slitin I	Skupina slitin II
≥ 8	18	± 0,22	± 0,30
18	25	± 0,25	± 0,35
25	40	± 0,30	± 0,40
40	50	± 0,35	± 0,45
50	65	± 0,40	± 0,50
65	80	± 0,45	± 0,70
80	100	± 0,55	± 0,90
100	120	± 0,65	± 1,0
120	150	± 0,80	± 1,2
150	180	± 1,0	± 1,4
180	220	± 1,15	± 1,7
220	270	± 1,3	± 2,0
270	320	± 1,6	± 2,5

Mezní úchylky přesné délky

Rozměry v mm

Průměr D		Mezní úchylky délky		
od	do a včetně	L ≤ 2000	2000 < L ≤ 5000	L > 5000
–	100	+5 0	+7 0	+10 0
100	200	+7 0	+9 0	+12 0
200	320	+8 0	+11 0	–

Mezní úchylky přímosti

Rozměry v mm

Průměr D		Největší úchylka přímosti na 1 metr délky *h/délka* (mm/m)	Největší místní prohnutí na každých 300 mm délky h_s
nad	do a včetně		
≥ 8	80	2	0,6
80	120	2	1,0
120	200	3	1,5
200	320	6	3,0

LISOVANÉ TYČE ČTVERCOVÉ Z HLINÍKU A SLITIN HLINÍKU

Výběr z ČSN EN 755-4
(42 7521)
Účinnost od 1. 11. 2008

Označení čtvercové tyče tloušťky a = 20 mm, délky l = 2000 mm s označením stavu podle normy ČSN EN 515, ze slitiny hliníku EN AW – 3103, chemické složení [AlMn1] s mezními úchylkami rozměrů a tvaru podle normy ČSN EN 755-4:

4 HR 20 – 2000 - EN 515 - EN AW – 3103 – EN 755-4

Tloušťka *a* (mm)	Plocha průřezu (mm²)	Hmotnost 1 m (kg)
10	100	0,270
11	121	0,327
12	144	0,389
14	196	0,529
16	256	0,691
20	400	1,080
22	484	1,310
25	625	1,690
32	1 024	2,760
36	1 296	3,500
45	2 0,25	5,470
50	2 500	6,750
56	3 136	8,470
63	3 969	10,700
70	4 900	13,200
80	6 400	17,300
90	8 100	21,100
100	10 000	27,000
110	14 400	38,900

Výše uvedené rozměry jsou pouze informativní, je nutné vycházet z produktových listů konkrétního výrobce.

Skupiny používaných slitin

Rozdělení nejčastěji používaných slitin ve strojírenství do skupiny I a skupiny II je uvedeno na straně 334 (předcházející norma EN 755-3).

Mezní úchylky tloušťky

Rozměry v mm

Tloušťka *a*		Mezní úchylky	
nad	do a včetně	Skupina slitin I	Skupina slitin II
≥ 10	18	± 0,22	± 0,30
18	25	± 0,25	± 0,35
25	40	± 0,30	± 0,40
40	50	± 0,35	± 0,45
50	65	± 0,40	± 0,50
65	80	± 0,45	± 0,70
80	100	± 0,55	± 0,90
100	120	± 0,65	± 1,0
120	150	± 0,80	± 1,2
150	180	± 1,0	± 1,4
180	220	± 1,15	± 1,7

Maximální poloměry zaoblení hran

Rozměry v mm

Tloušťka *a*		Maximální poloměry zaoblení hran	
nad	do a včetně	Skupina slitin I	Skupina slitin II
≥ 10	25	1,0	1,5
25	50	1,5	2,0
50	80	2,0	3,0
80	120	2,5	3,0
120	180	2,5	4,0
180	220	3,5	5,0

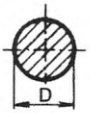
Mezní úchylky přesné délky

Rozměry v mm

Tloušťka *a*		Mezní úchylky délky		
od	do a včetně	L ≤ 2000	2000 < L ≤ 5000	L > 5000
≥ 10	100	+5 0	+7 0	+10 0
100	200	+7 0	+9 0	+12 0
200	220	+8 0	+11 0	+14 0

TYČE KRUHOVÉ Z HLINÍKU A SLITIN HLINÍKU TAŽENÉ ZA STUDENA

Výběr z ČSN EN 754-3
(42 7611)
Účinnost od 1. 11. 2008



Označení kruhové tyče o průměru D = 20 mm, délky l = 2000 mm s označením stavu podle normy ČSN EN 515, ze slitiny hliníku EN AW – 3103, chemické složení [AlMn1] s mezními úchylkami rozměrů a tvaru podle normy ČSN EN 754-3:

∅20 – 2000 - EN 515 - EN AW – 3103 – EN 754-3

Průměr D (mm)	Plocha průřezu (mm²)	Hmotnost 1 m (kg)	Průměr D (mm)	Plocha průřezu (mm²)	Hmotnost 1 m (kg)
4	12,57	0,034	23	415,5	1,120
5	19,63	0,053	24	452,4	1,220
6	28,27	0,076	25	490,9	1,330
7	38,46	0,104	26	530,9	1,430
8	50,27	0,136	27	572,6	1,550
9	63,62	0,172	28	615,8	1,660
10	78,54	0,211	30	706,9	1,910
11	95,03	0,257	32	804,2	2,170
12	113,00	0,305	34	907,9	2,450
13	132,70	0,358	35	962,1	2,600
14	153,90	0,416	36	1 015,0	2,750
15	176,70	0,477	38	1 134,0	3,060
16	201,10	0,543	40	1 257,0	3,390
17	227,00	0,613	42	1 385,0	3,740
18	254,50	0,687	45	1 590,0	4,290
19	283,50	0,766	48	1 810,0	4,890
20	314,20	0,848	50	1 963,0	5,300
21	346,40	0,935	56	2 463,0	6,650
22	380,20	1,030	63	3 117,0	8,420

Výše uvedené průměry jsou pouze informativní, je nutné vycházet z produktových listů konkrétního výrobce.

Mezní úchylky průměrů

Rozměry v mm

Průměr D		Mezní úchylky
nad	do a včetně	
≥3	6	$^{0}_{-0,08}$
6	10	$^{0}_{-0,09}$
10	18	$^{0}_{-0,11}$
18	30	$^{0}_{-0,13}$
30	50	$^{0}_{-0,16}$
50	65	$^{0}_{-0,19}$
65	80	$^{0}_{-0,30}$
80	100	$^{0}_{-0,35}$

Mezní úchylky přesné délky

Rozměry v mm

Průměr D		Mezní úchylky délky		
od	do a včetně	L ≤ 2000	2000 < L ≤ 5000	L > 5000
3	100	+5 0	+7 0	+10 0

Mezní úchylky přímosti

Rozměry v mm

Průměr D		Největší úchylka přímosti na 1 metr délky *h/délka* (mm/m)	Největší místní prohnutí na každých 300 mm délky h_s
od	do a včetně		
10	100	2	0,6

TYČE PLOCHÉ Z HLINÍKU A SLITIN HLINÍKU TAŽENÉ ZA STUDENA

Výběr z ČSN EN 754-5
(42 7625)
Účinnost od 1. 11. 2008

Označení ploché tyče o šířce a = 10 mm a tloušťce b = 4 mm, délky l = 2000 mm s označením stavu podle normy ČSN EN 515, ze slitiny hliníku EN AW – 3103, chemické složení [AlMn1] s mezními úchylkami rozměrů a tvaru podle normy ČSN EN 755-4:

▭ 10 x 4 – 2000 - EN 515 - EN AW – 3103 – EN 755-4

Rozměr *a* × *b* (mm)	Plocha průřezu (mm²)	Hmotnost 1 m (kg)
5 × 2	10	0,027
3	15	0,041
4	20	0,054
6 × 2	12	0,032
3	18	0,049
4	24	0,065
8 × 2	16	0,043
3	24	0,065
4	32	0,086
5	40	0,108
10 × 2	20	0,054
3	30	0,081
4	40	0,108
5	50	0,135
8	80	0,216
12 × 2	24	0,065
3	36	0,097
4	48	0,130
5	60	0,162
8	96	0,259
16 × 2	32	0,086
3	48	0,130
5	80	0,216
8	128	0,346
10	160	0,432
20 × 2	40	0,108
3	60	0,162
5	100	0,270
8	160	0,432
10	200	0,540
25 × 2	75	0,202
5	125	0,338
8	200	0,540
10	250	0,675
32 × 3	96	0,259
5	160	0,432
8	256	0,691
10	320	0,864
16	512	1,380
50 × 5	250	0,675
8	400	1,080
10	500	1,350

Výše uvedené rozměry jsou pouze informativní, je nutné vycházet z produktových listů konkrétního výrobce.

Skupiny používaných slitin

Rozdělení nejčastěji používaných slitin ve strojírenství do skupiny I a skupiny II:

Skupina I	EN AW-1050A	EN AW-1200				
	EN AW-3003	EN AW-3103				
	EN AW-5005	EN AW-5005A	EN AW-5251			
	EN AW-6012 EN AW-6063A	EN AW-6060 EN AW-6065	EN AW-6061 EN AW-6082	EN AW-6262	EN AW-6262A	EN AW-6063
Skupina II	EN AW-2007 EN AW-2024	EN AW-2011 EN AW-2030	EN AW-2011A	EN AW-2014	EN AW-2014A	EN AW-2017A
	EN AW-5019 EN AW-5086	EN AW-5049	EN AW-5052	EN AW-5154A	EN AW-5754	EN AW-5083
	EN AW-7020	EN AW-7022	EN AW-7049A	EN AW-7075		

Mezní úchylky tloušťky a šířky pro skupinu slitin I

Šířka *a*			Mezní úchylky tloušťky pro rozsah tlouštěk *b*					
nad	do a včetně	Mezní úchylky	$2 \le t \le 6$	$6 < t \le 10$	$10 < t \le 18$	$18 < t \le 30$	$30 < t \le 40$	$40 < t \le 60$
≥ 5	10	±0,08	±0,06	±0,08	–	–	–	–
10	18	±0,10	±0,06	±0,08	±0,10	–	–	–
18	30	±0,15	±0,06	±0,08	±0,10	±0,15	–	–
30	50	±0,20	±0,08	±0,10	±0,12	±0,15	±0,20	–
50	80	±0,25	±0,10	±0,10	±0,12	±0,15	±0,20	±0,25
80	120	±0,28	±0,12	±0,12	±0,15	±0,20	±0,25	±0,30
120	160	±0,32	–	±0,12	±0,15	±0,20	±0,30	±0,35
160	200	±0,35	–	±0,15	±0,20	±0,25	±0,35	±0,40

Mezní úchylky tloušťky a šířky pro skupinu slitin II

Šířka *a*			Mezní úchylky tloušťky pro rozsah tlouštěk *b*					
nad	do a včetně	Mezní úchylky	$2 \le t \le 6$	$6 < t \le 10$	$10 < t \le 18$	$18 < t \le 30$	$30 < t \le 40$	$40 < t \le 60$
≥ 5	10	±0,12	±0,09	±0,12	–	–	–	–
10	18	±0,15	±0,09	±0,12	±0,15	–	–	–
18	30	±0,22	±0,09	±0,12	±0,15	±0,22	–	–
30	50	±0,30	±0,12	±0,15	±0,18	±0,22	±0,30	–
50	80	±0,37	±0,15	±0,15	±0,18	±0,22	±0,30	±0,37
80	120	±0,42	±0,18	±0,18	±0,22	±0,30	±0,37	±0,45
120	160	±0,48	–	±0,18	±0,22	±0,30	±0,45	±0,52
160	200	±0,52	–	±0,22	±0,30	±0,37	±0,52	±0,60

Maximální poloměry zaoblení hran

Rozměry v mm

Tloušťka *b*		Maximální poloměry zaoblení hran	
nad	do a včetně	Skupina slitin I	Skupina slitin II
≥ 2	10	0,4	0,6
10	30	0,8	1,0
30	60	1,5	2,0

Mezní úchylky přesné délky

Rozměry v mm

Šířka *a*		Mezní úchylky délky		
nad	do a včetně	L ≤ 2000	2000 < L ≤ 5000	L > 5000
≥ 5	100	$^{+5}_{0}$	$^{+7}_{0}$	$^{+10}_{0}$
100	200	$^{+7}_{0}$	$^{+9}_{0}$	$^{+12}_{0}$

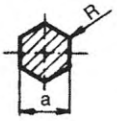
Mezní úchylky přímosti

Rozměry v mm

Šířka *a*		Tloušťka *b*		Největší úchylka přímosti na 1 metr délky h_f/*délka* (mm/m)	Největší místní prohnutí na každých 300 mm délky h_s
nad	do a včetně	nad	do a včetně		
≥ 6	120	≥ 6	40	2	0,6
		40	60	3	1,0
120	200	≥ 6	40	3	1,0
		40	60	4	1,5

TYČE ŠESTIHRANNÉ Z HLINÍKU A SLITIN HLINÍKU TAŽENÉ ZA STUDENA

Výběr z ČSN EN 754-6
(42 7631)
Účinnost od 1. 11. 2008



Označení šestihranné tyče o rozměru a = 10 mm, délky l = 2000 mm s označením stavu podle normy ČSN EN 515, ze slitiny hliníku EN AW – 3103, chemické složení [AlMn1] s mezními úchylkami rozměrů a tvaru podle normy ČSN EN 754-6:

6 HR 10 – 2000 - EN 515 - EN AW – 3103 – EN 754-6

Rozměr *a* (mm)	Plocha průřezu (mm^2)	Hmotnost 1 m (kg)	Průměr D (mm)	Plocha průřezu (mm^2)	Hmotnost 1 m (kg)
5	21,86	0,059	24	498,8	1,350
6	31,18	0,084	27	631,3	1,710
7	42,44	0,115	30	779,4	2,100
8	55,43	0,150	32	886,8	2,390
10	86,60	0,234	36	1 122,0	3,030
11	104,80	0,283	41	1 456,0	3,930
12	124,70	0,337	46	1 833,0	4,950
13	146,30	0,395	50	2 165,0	5,850
14	169,70	0,458	55	2 620,0	7,070
17	250,30	0,676	60	3 118,0	8,420
19	312,60	0,844			
22	419,60	1,130			

Výše uvedené rozměry jsou pouze informativní, je nutné vycházet z produktových listů konkrétního výrobce.

Mezní úchylky tloušťky

Rozměry v mm

Tloušťka *a*		Mezní úchylky
nad	do a včetně	
≥ 3	6	$^{0}_{-0,08}$
6	10	$^{0}_{-0,09}$
10	18	$^{0}_{-0,11}$
18	30	$^{0}_{-0,13}$
30	50	$^{0}_{-0,16}$
50	65	$^{0}_{-0,19}$
65	80	$^{0}_{-0,30}$

Maximální poloměry zaoblení hran

Rozměry v mm

Tloušťka *a*		Maximální poloměry zaoblení hran
nad	do a včetně	
≥ 2	8	0,2
8	30	0,4
30	60	0,6
60	80	0,8

Mezní úchylky přesné délky

Rozměry v mm

Tloušťka *a*		Mezní úchylky délky		
nad	do a včetně	L ≤ 2000	2000 < L ≤ 5000	L > 5000
3	80	$^{+5}_{0}$	$^{+7}_{0}$	$^{+10}_{0}$

Mezní úchylky přímosti

Rozměry v mm

Tloušťka *a*		Největší úchylka přímosti na 1 metr délky *h/délka* (mm/m)	Největší místní prohnutí na každých 300 mm délky h_s
nad	do a včetně		
10	80	2	0,6

TRUBKY BEZEŠVÉ Z HLINÍKU A SLITIN HLINÍKU TAŽENÉ ZA STUDENA

Výběr z ČSN EN 754-7
(42 7711)
Účinnost od 1. 1. 2017

Označení kruhové trubky vnějšího průměru D = 20 mm, tloušťka stěny 1 mm, délky l = 2000 mm s označením stavu podle normy ČSN EN 515, ze slitiny hliníku EN AW – 3103, chemické složení [AlMn1] s mezními úchylkami rozměrů a tvaru podle normy ČSN EN 754-7:

TR ∅ 20 x 1 – 2000 - EN 515 - EN AW – 3103 – EN 754-7

Rozměry v mm

Vnější průměr	Tloušťka stěny a mezní úchylky											
	$\pm^{0,50}_{0,05}$	$\pm^{0,75}_{0,08}$	$\pm^{1,00}_{0,10}$	$\pm^{1,50}_{0,14}$	$\pm^{2,00}_{0,18}$	$\pm^{2,50}_{0,20}$	$\pm^{3,00}_{0,25}$	$\pm^{3,50}_{0,28}$	$\pm^{4,00}_{0,32}$	$\pm^{5,00}_{0,40}$	$\pm^{6,00}_{0,50}$	$\pm^{8,00}_{0,00}$
	Hmotnost ($kg.m^{-1}$)											
4	0,015	0,021	0,025									
5	0,019	0,027	0,034									
6	0,023	0,034	0,042									
8	0,032	0,046	0,059	0,083	0,102							
10	0,040	0,059	0,076	0,108	0,136	0,159						
12	0,049	0,072	0,093	0,134	0,170	0,201	0,229					
14	0,057	0,084	0,110	0,159	0,204	0,224	0,280					
15	0,062	0,091	0,119	0,171	0,221	0,265	0,305					
16	0,066	0,097	0,127	0,184	0,238	0,286	0,331	0,372				
18	0,074	0,110	0,144	0,210	0,271	0,329	0,382	0,431				
20	0,083	0,122	0,161	0,235	0,305	0,371	0,433	0,480	0,544	0,636		
22	0,091	0,135	0,178	0,261	0,339	0,414	0,483	0,550	0,611	0,721		
24	0,099	0,148	0,195	0,268	0,373	0,456	0,534	0,609	0,679	0,806		
25	0,104	0,154	0,204	0,229	0,390	0,477	0,560	0,639	0,712	0,848		
26	0,108	0,161	0,212	0,312	0,407	0,498	0,585	0,668	0,746	0,891		
28		0,173	0,229	0,337	0,441	0,541	0,636	0,728	0,815	0,975		
30		0,186	0,246	0,363	0,475	0,538	0,687	0,787	0,882	1,060		
32		0,199	0,263	0,388	0,509	0,626	0,739	0,847	0,950	1.150	1,320	
34			0,280	0,414	0,543	0,668	0,789	0,905	1,018	1,230	1,420	
36			0,297	0,439	0,577	0,710	0,839	0,965	1,090	1,320	1,530	
38			0,314	0,464	0,611	0,753	0,891	1,030	1,150	1,400	1,630	
40			0,331	0,490	0,645	0,795	0,942	1,090	1,220	1,480	1,730	2,180

Výše uvedené průměry jsou pouze informativní, je nutné vycházet z produktových listů konkrétního výrobce.

Mezní úchylky průměrů kruhových trubek

Průměr (*OD* nebo *ID*)		Mezní úchylky průměru			
		Největší dovolená úchylka středního průměru od stanoveného průměru[e]	Největší dovolená úchylka průměru v libovolném místě od stanoveného průměru[a]		
nad	do a včetně		nežíhané a tepelně nezpracované trubky[b]	tepelně zpracované trubky[c]	stavy materiálu O, H111 a Tx510
≥ 3	8	±0,04[d]	±0,08[d]	±0,12[d]	±0,25[d]
8	18	±0,05	±0,09	±0,15	±0,30
18	30	±0,06	±0,10	±0,20	±0,40
30	50	±0,07	±0,12	±0,25	±0,50
50	80	±0,09	±0,15	±0,36	±0,70
80	120	±0,14	±0,20	±0,60	±1,2
120	200	±0,25	±0,40	±1,2	±2,4
200	350	±0,38	±0,60	±1,7	±3,4

[a] Není použitelná pro trubky s tloušťkou stěny menší než 2,5 % stanoveného vnějšího průměru. Mezní úchylky pro trubky s tloušťkou stěny menší než 2,5 % stanoveného vnějšího průměru musí být určeny násobením příslušných mezních úchylek následovně:
- tloušťka stěny nad 2,0 % do a včetně 2,5 % vnějšího průměru: 1,5 × mezní úchylka;
- tloušťka stěny nad 1,5 % do a včetně 2,0 % vnějšího průměru: 2,0 × mezní úchylka;
- tloušťka stěny nad 1,0 % do a včetně 1,5 % vnějšího průměru: 3,0 × mezní úchylka;
- tloušťka stěny nad 0,5 % do a včetně 1,0 % vnějšího průměru: 4,0 × mezní úchylka.

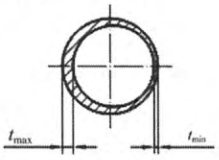
[b] Platí pro všechny slitiny ve stavech H1x, H2x, H3x a pro slitinu EN AW-6063 ve stavu T832.

[c] Platí pro všechny slitiny ve stavech T3, T4, T6, T66, T73, T8, T9 a Tx511.

[d] Tyto mezní úchylky platí pouze pro vnější průměr, např. trubka v tomto rozsahu velikostí může být specifikována pouze jako „vnější průměr × tloušťka stěny".

[e] Neplatí pro stavy Tx510 nebo Tx511.

Mezní úchylky proměnlivosti tloušťka stěny (excentricity)



Minimální a maximální hodnoty tloušťky stěny trubky

Jmenovitá tloušťka stěny *t* mm		Mezní úchylky proměnlivosti tloušťky stěny pro kruhové trubky (excentricita)[a] %	Mezní úchylky proměnlivosti tloušťky stěny pro trubky jiné než kruhové[a] %
nad	do a včetně		
0,5	3	±10	±12
3	5	±9	±11
5	–	±8	±10

Rozměry kruhových trubek mohou být vyjádřeny třemi různými způsoby, tj. vnější průměr (*OD*) × tloušťka stěny (*t*), vnitřní průměr (*ID*) × *t* (kde *t* je jmenovitá tloušťka stěny) a *OD* × *ID*. V závislosti na způsobu objednávání trubky by měly být hodnoty v tabulce 3 chápány následovně (viz příloha A pro další vysvětlení):

- pro trubky specifikované jako *OD* × *t* nebo *ID* × *t* jsou hodnoty přípustné proměnlivosti v jakémkoliv místě;
- pro trubky specifikované jako *OD* × *ID* jsou výše uvedené hodnoty přípustné proměnlivosti od vypočtené průměrné tloušťky stěny.

[a] Pro *OD* větší než 150 mm současně s poměrem *OD*/*t* větším než 10 musí být mezní úchylky proměnlivosti tloušťky stěny předmětem dohody mezi dodavatelem a odběratelem.

Mezní úchylky přesné délky

Rozměry v mm

Vnější průměr nebo průměr kružnice opsané		Mezní úchylky přesné délky				
nad	do a včetně	L ≤ 2000	2000 < L ≤ 5000	5000 < L ≤ 10 000	10 000 < L ≤ 15 000	15 000 < L ≤ 25 000
–	100	+5 0	+7 0	+10 0	+16 0	+22 0
100	200	+7 0	+9 0	+12 0	+18 0	+24 0
200	350	+8 0	+11 0	+14 0	+20 0	+28 0

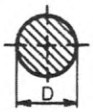
Mezní úchylky přímosti

Rozměry v mm

Vnější průměr nebo průměr kružnice opsané		Největší úchylka přímosti na 1 metr délky *h/délka* (mm/m)	Největší místní prohnutí na každých 300 mm délky h_s
nad	do a včetně		
≥ 8	100	1,0	0,5
100	150	1,5	0,8
150	250	2,0	1,0
250	350	3,5	1,5

TYČE PRO TŘÍSKOVÉ OBRÁBĚNÍ Z MĚDI A SLITIN MĚDI

Výběr z ČSN EN 12164
(42 1327)
Účinnost od 1. 2. 2012



Tyč pro třískové obrábění vyhovující této normě z materiálu označeného buď CuZn39Pb3, nebo CW614N, ve stavu R500, kruhového příčného průřezu, jmenovitého průměru 11,75 mm, mezní úchylky třídy A musí být označena takto:

Tyč EN 12164 – CuZn39Pb3 – R500 – RND11,75A

nebo

Tyč EN 12164 – CW614N – R500 – RND11,75A

Název
Číslo této evropské normy
Označení materiálu
Označení stavu materiálu
Tvar příčného průřezu, jmenovitý rozměr příčného průřezu v milimetrech, třída mezních úchylek

Jmenovitý průměr (mm)	Plocha průřezu (mm^2)	Hmotnost 1 m (kg)	Jmenovitý průměr (mm)	Plocha průřezu (mm^2)	Hmotnost 1 m (kg)
1,0	0,785	0,0070	7,0	38,48	0,342
1,1	0,950	0,0085	7,5	44,18	0,393
1,2	1,131	0,0101	8,0	50,27	0,447
1,4	1,539	0,0137	8,5	56,74	0,505
1,6	2,011	0,0179	9,0	63,62	0,566
1,8	2,545	0,0227	10,0	78,54	0,699
2,0	3,142	0,0279	11,0	95,03	0,846
2,2	3,801	0,0338	12,0	113,1	1,006
2,5	4,909	0,0437	13,0	132,7	1,181
2,8	6,158	0,0548	14,0	153,9	1,370
3,0	7,069	0,0629	15,0	176,7	1,573
3,5	9,621	0,0856	20,0	314,2	2,796
4,0	12,57	0,1220	22,0	380,1	3,383
4,5	15,90	0,1411	24,0	452,4	4,026
4,8	18,09	0,1600	25,0	490,9	4,369
5,0	19,63	0,1750	26,0	530,9	4,725
5,5	23,76	0,2100	28,0	615,8	5,480
6,0	28,27	0,2510	30,0	706,8	6,291
6,5	33,18	0,2950	32,0	804,0	7,158

Výše uvedené rozměry jsou pouze informativní, je nutné vycházet z produktových listů konkrétního výrobce.

Mezní úchylky průměru kruhových tyčí (včetně odchylky kruhovitosti)

Hodnoty v mm

Jmenovitý průměr		Maximální úchylky[b]		
nad	do a včetně	Třída A	Třída B	Třída C
2[a]	3	$^{0}_{-0,04}$	$^{0}_{-0,025}$	$^{0}_{-0,015}$
3	6	$^{0}_{-0,05}$	$^{0}_{-0,030}$	$^{0}_{-0,020}$
6	10	$^{0}_{-0,06}$	$^{0}_{-0,036}$	$^{0}_{-0,025}$
10	18	$^{0}_{-0,07}$	$^{0}_{-0,043}$	–
18	30	$^{0}_{-0,08}$	$^{0}_{-0,052}$	–
30	50	$^{0}_{-0,16}$	–	–
50	80	$^{0}_{-0,019}$	–	–

[a] Včetně 2.
[b] Pro úchylky kruhovitosti viz 6.5.1.

Mezní úchylky přímosti tyčí

Rozměry v mm

Jmenovitý průměr nebo tloušťka příčného průřezu	Maximální úchylka přímosti (viz 6.5.3)			
	měřená na délce 400 mm		měřená na délce *L* tyče v metrech (L ≥ 1 m)	
	pro slitiny v tabulkách 3, 4, 5 a 6	pro slitiny v tabulkách 2 a 7	pro slitiny v tabulkách 3, 4, 5 a 6	pro slitiny v tabulkách 2 a 7
Kruhové tyče				
od 10 mm do a včetně 50 mm	0,4	0,8	1,0 × L	2,0 × L
Několikahranné tyče				
od 10 mm do a včetně 50 mm	0,6	1,2	1,5 × L	3,0 × L

Mezní úchylky délky tyčí – „jmenovité délky“

Hodnoty v mm

Jmenovitý průměr nebo tloušťka příčného průřezu		Přednostní (vhodné) délky (mm)	Mezní úchylky délky
nad	do a včetně		
2[a]	30	3000 nebo 4000	± 50
30	50	3000 nebo 4000	± 100
50	80	3000	± 100

[a] Včetně 2.

Označení používaných materiálů

Chemické složení nízkolegovaných slitin mědi

Označení materiálu		Chemické složení % (hmotnostní podíl)											Hustota[a]	Konduktivita[a, b]	
značkami	číselným označením	Prvek	Cu	Be	Co	Fe	Ni	P	Pb	S	Te	Jiné celkem	g/cm³	MS/m	% IACS
													přibližně	přibližně	přibližně
CuBe2Pb	CW102C	min. max.	zbytek –	1,8 2,0	– 0,3	– 0,2	– 0,3	– –	0,2 0,6	– –	– –	– 0,5	8,3	15	26
CuPb1P	CW113C	min. max.	zbytek –	– –	– –	– –	– –	0,003 0,012	0,7 1,5	– –	– –	– 0,1	8,9	50	86
CuSP	CW114C	min. max.	zbytek –	– –	– –	– –	– –	0,003 0,012	– –	0,2 0,7	– –	– 0,1	8,9	50	86
CuTeP	CW118C	min. max.	zbytek –	– –	– –	– –	– –	0,003 0,012	– –	– –	0,4 0,7	– 0,1	8,9	50	86

[a] Pouze pro informaci.

[b] Pouze pro rozpouštěcí žíhání a precipitačně vytvrzené stavy materiálu, je-li použitelné.

Chemické složení slitin měď-nikl-zinek

Označení materiálu		Chemické složení % (hmotnostní podíl)									Hustota[a]
značkami	číselným označením	Prvek	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Sn	Zn	Jiné celkem	g/cm³
											přibližně
CuNi7Zn39Pb3Mn2	CW400J	min. max.	47,0 50,0	– 0,3	1,5 3,0	6,0 8,0	2,3 3,3	– 0,2	zbytek –	– 0,2	8,5
CuNi12Zn30Pb1	CW406J	min. max.	56,0 58,0	– 0,3	– 0,5	11,0 13,0	0,5 1,5	– 0,2	zbytek –	– 0,2	8,6
CuNi18Zn19Pb1	CW408J	min. max.	59,5 62,5	– 0,3	– 0,7	17,0 19,0	0,5 1,5	– 0,2	zbytek –	– 0,2	8,7

[a] Pouze pro informaci.

Chemické složení slitin měď-cín

Označení materiálu		Chemické složení % (hmotnostní podíl)										Hustota[a] g/cm³
značkami	číselným označením	Prvek	Cu	Fe	Ni	P	Pb	Sn	Te	Zn	Jiné celkem	přibližně
CuSn4Pb4Zn4	CW456K	min. max.	zbytek –	– 0,1	– 0,2	0,01 0,4	3,5 4,5	3,5 4,5	– 0,2	3,5 4,5	– 0,2	8,9
CuSn5Pb1	CW458K	min. max.	zbytek –	– 0,1	– 0,2	0,01 0,4	0,5 1,5	3,5 5,5	– –	– 0,3	– 0,2	8,8
[a] Pouze pro informaci.												

Chemické složení slitin měď-zinek

Označení materiálu		Chemické složení % (hmotnostní podíl)											Hustota[a] g/cm³
značkami	číselným označením	Prvek	Cu	As	Al	Fe	Mn	Ni	Pb	Sn	Zn	Jiné celkem	přibližně
CuZn40	CW509L	min. max.	59,5 61,5	– –	– 0,05	– 0,2	– –	– 0,3	– 0,2	– 0,2	zbytek –	– 0,2	8,4
CuZn42	CW510L	min. max.	57,0 59,0	– –	– 0,05	– 0,3	– –	– 0,3	– 0,2	– 0,3	zbytek –	– 0,2	8,4
CuZn38As	CW511L	min. max.	61,5 63,5	0,02 0,15	– 0,05	– 0,1	– –	– 0,3	– 0,2	– 0,1	zbytek –	– 0,2	8,4
[a] Pouze pro informaci.													

Chemické složení slitin měď-zinek-olovo

Označení materiálu		Chemické složení % (hmotnostní podíl)											Hustota[a] g/cm³
značkami	číselným označením	Prvek	Cu	Al	As	Fe	Mn	Ni	Pb	Sn	Zn	Jiné celkem	přibližně
Slitiny skupiny A – Tyto slitiny mají vynikající obrobitelnost, ale velmi omezenou tvařitelnost za studena.													
CuZn36Pb3	CW603N	min.	60,0	–	–	–	–	–	2,5	–	zbytek	–	8,5
		max.	62,0	0,05	–	0,3	–	0,3	3,5	0,2	–	0,2	
CuZn38Pb3	CW614N	min.	57,0	–	–	–	–	–	2,5	–	zbytek	–	8,4
		max.	59,0	0,05	–	0,3	–	0,3	3,5	0,3	–	0,2	
CuZn40Pb2	CW617N	min.	57,0	–	–	–	–	–	1,6	–	zbytek	–	8,4
		max.	59,0	0,05	–	0,3	–	0,3	2,5	0,3	–	0,2	
Slitiny skupiny B – Tyto slitiny mají dobrou obrobitelnost a určitou tvařitelnost za studena.													
CuZn37Pb2	CW606N	min.	61,0	–	–	–	–	–	1,6	–	zbytek	–	8,4
		max.	62,0	0,05	–	0,2	–	0,3	2,5	0,2	–	0,2	
CuZn38Pb2	CW608N	min.	60,0	–	–	–	–	–	1,6	–	zbytek	–	8,4
		max.	61,0	0,05	–	0,2	–	0,3	2,5	0,2	–	0,2	
CuZn39Pb2	CW612N	min.	59,0	–	–	–	–	–	1,6	–	zbytek	–	8,4
		max.	60,0	0,05	–	0,3	–	0,3	2,5	0,3	–	0,2	
Slitiny skupiny C – Tyto slitiny jsou obrobitelné a mají velmi dobrou tvařitelnost za studena.													
CuZn35Pb1	CW600N	min.	62,5	–	–	–	–	–	0,8	–	zbytek	–	8,5
		max.	64,0	0,05	–	0,1	–	0,3	1,6	0,1	–	0,1	
CuZn35Pb2	CW601N	min.	62,0	–	–	–	–	–	1,6	–	zbytek	–	8,5
		max.	63,5	0,05	–	0,1	–	0,3	2,5	0,1	–	0,1	
CuZn38Pb1	CW607N	min.	60,0	–	–	–	–	–	0,8	–	zbytek	–	8,4
		max.	61,0	0,05	–	0,2	–	0,3	1,6	0,2	–	0,2	
CuZn39Pb0,5	CW610N	min.	59,0	–	–	–	–	–	0,2	–	zbytek	–	8,4
		max.	60,5	0,05	–	0,2	–	0,3	0,8	0,2	–	0,2	
CuZn39Pb1	CW611N	min.	59,0	–	–	–	–	–	0,8	–	zbytek	–	8,4
		max.	60,0	0,05	–	0,2	–	0,3	1,6	0,2	–	0,2	
Slitiny skupiny D – Tyto slitiny jsou odolné proti odzinkování s dobrou obrobitelností a mají určitou tvařitelnost za studena.													
CuZn36Pb2As	CW602N	min.	61,0	–	0,02	–	–	–	1,7	–	zbytek	–	8,4
		max.	63,0	0,05	0,15	0,1	0,1	0,3	2,8	0,1	–	0,2	

[a] Pouze pro informaci.

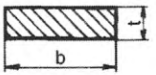
Chemické složení komplexních slitin měď-zinek

Označení materiálu		Chemické složení % (hmotnostní podíl)													Hustota[a] g/cm³
značkami	číselným označením	Prvek	Cu	Al	As	Fe	Mn	Ni	P	Pb	Si	Sn	Zn	Jiné celkem	přibližně
CuZn32Pb2AsFeSi	CW709R	min.	64,0	–	0,03	0,1	–	–	–	1,5	0,45	–	zbytek	–	8,4
		max.	66,5	0,05	0,08	0,2	–	0,3	–	2,2	0,8	0,3	–	0,2	
CuZn37Mn3Al2PbSi	CW713R	min.	57,0	1,3	–	–	1,5	–	–	0,2	0,3	–	zbytek	–	8,1
		max.	59,0	2,3	–	1,0	3,0	1,0	–	0,8	1,3	0,4	–	0,3	
CuZn40Mn1Pb1	CW720R	min.	57,0	–	–	–	0,5	–	–	1,0	–	–	zbytek	–	8,3
		max.	59,0	0,2	–	0,3	1,5	0,6	–	2,0	0,1	0,3	–	0,3	
CuZn40Mn1Pb1AlFeSn	CW721R	min.	57,0	0,3	–	0,2	0,8	–	–	0,8	–	0,2	zbytek	–	8,3
		max.	59,0	1,3	–	1,2	1,8	0,3	–	1,6	–	1,0	–	0,3	
CuZn40Mn1Pb1FeSn	CW722R	min.	56,5	–	–	0,2	0,8	–	–	0,8	–	0,2	zbytek	–	8,3
		max.	58,5	0,1	–	1,2	1,8	0,3	–	1,6	–	1,0	–	0,3	
CuZn21Si3P	CW724R	min.	75,0	–	–	–	–	–	0,02	–	2,7	–	zbytek	–	8,3
		max.	77,0	0,05	–	0,3	0,05	0,2	0,10	0,10	3,5	0,3	–	0,2	

[a] Pouze pro informaci.

PROFILY A PLOCHÉ TYČE Z MĚDI A SLITIN MĚDI PRO VŠEOBECNÉ POUŽITÍ

Výběr z ČSN EN 12167
(42 1326)
Účinnost od 1. 2. 2012



Plochá tyč vyhovující této normě z materiálu označeného buď CuZn38Pb2, nebo CW608N, ve stavu H100, s jmenovitými rozměry příčného průřezu 30 x 10 mm, mezní úchylky třídy B, s ostrými hranami, musí být označena takto:

Plochá tyč EN 12167 – CuZn38Pb2 – H100 – 30×10 – B – SH

nebo

Plochá tyč EN 12167 – CW608N – H100 – 30×10 – B – SH

Název
Číslo této evropské normy
Označení materiálu
Označení stavu materiálu
Jmenovité rozměry příčného průřezu v milimetrech
Třída mezních úchylek
Označení hran

Profil vyhovující této normě z materiálu označeného buď CuZn43Pb2Al, nebo CW624N, ve stavu M, čísla profilu S123, musí být označena takto:

Profil EN 12167 – CuZn43Pb2Al – M – S123

nebo

Profil EN 12167 – CW624N – M – S123

Jmenovitý rozměr $b \times t$ (mm)	Plocha průřezu (mm²)	Hmotnost 1 m (kg)	Jmenovitý rozměr $b \times t$ (mm)	Plocha průřezu (mm²)	Hmotnost 1 m (kg)
5 × 2	10	0,089	25 × 5	125	1,113
6 × 2	18	0,107	25 × 10	250	2,225
8 × 2	16	0,143	32 × 5	160	1,424
10 × 2	20	0,178	32 × 10	320	2,848
10 × 5	50	0,445	32 × 16	512	4,560
12 × 3	36	0,321	35 × 20	640	5,696
12 × 8	96	0,855	35 × 5	175	1,587
15 × 5	75	0,668	40 × 5	200	1,780
16 × 3	48	0,427	40 × 10	400	3,560
16 × 5	80	0,712	40 × 16	640	5,696
16 × 8	128	1,140	40 × 20	800	7,120
20 × 5	100	0,890	50 × 5	250	2,225
20 × 10	200	1,780	50 × 10	500	4,450
25 × 3	75	0,668	50 × 20	1000	8,900
			60 × 10	600	5,340

Výše uvedené rozměry jsou pouze informativní, je nutné vycházet z produktových listů konkrétního výrobce.

Mezní úchylky šířky a tloušťky plochých tyčí

Rozměry v mm

Jmenovitá šířka		Mezní úchylky šířky	Mezní úchylky tloušťky pro rozsah tlouštěk					
nad	do a včetně		od 3 do a včetně 6	nad 6 do a včetně 10	nad 10 do a včetně 18	nad 18 do a včetně 30	nad 30 do a včetně 50	nad 50 do a včetně 60
Mezní úchylky třídy A								
6[a]	18	± 0,27	± 0,18	± 0,22	± 0,27	–	–	–
18	30	± 0,33	± 0,18	± 0,22	± 0,27	± 0,33	–	–
30	50	± 0,62	± 0,22	± 0,27	± 0,33	± 0,45	± 0,62	–
50	80	± 1,20	± 0,27	± 0,33	± 0,45	± 0,52	± 0,74	± 1,00
80	120	± 2,20	± 0,33	± 0,45	± 0,52	± 0,74	± 1,00	± 1,20
Mezní úchylky třídy B								
6[a]	18	± 0,15	± 0,10	± 0,12	± 0,15	–	–	–
18	30	± 0,22	± 0,10	± 0,12	± 0,15	± 0,22	–	–
30	50	± 0,30	± 0,13	± 0,15	± 0,18	± 0,22	± 0,30	–
50	80	± 0,37	± 0,16	± 0,18	± 0,22	± 0,30	± 0,37	–
80	120	± 0,45	± 0,18	± 0,22	± 0,27	± 0,35	± 0,45	–
Mezní úchylky třídy C								
6[a]	18	± 0,10	± 0,07	± 0,09	± 0,10	–	–	–
18	30	± 0,15	± 0,07	± 0,09	± 0,10	± 0,15	–	–
30	50	± 0,20	± 0,09	± 0,10	± 0,12	± 0,15	± 0,20	–
50	80	± 0,25	± 0,11	± 0,12	± 0,15	± 0,20	± 0,25	–
80	120	± 0,30	± 0,12	± 0,15	± 0,18	± 0,23	± 0,35	–

POZNÁMKA Ploché tyče mezních úchylek třídy C jsou běžně dostupné pouze pro materiály uvedené v tabulkách 5 a 6.

[a] Včetně 6.

Mezní úchylky délky plochých tyčí

Rozměry v mm

Jmenovitá šířka		Přednostní (vhodné) délky	Mezní úchylky délky
nad	do a včetně		
6[a]	18	3 000, 4 000	± 50
18	30	3 000, 4 000	± 100
30	50	2 000, 3 000, 4 000	± 150
50	80	2 000, 3 000	± 200
80	120	1 000, 2 000	± 200

[a] Včetně 6.

Mezní úchylky přímosti plochých tyčí šířky 10 mm a více

Rozměry v mm

Mezní úchylky třídy	Maximální úchylka přímosti (viz 6.5.4.2) (mm)	
	měřená na 400 mm délky	měřená na celé délce L tyče v metrech ($L \geq 1$ m)
A	2,4	**6,0 × L**
B	1,6	**4,0 × L**
C	0,8	**2,0 × L**

Maximální kroucení plochých tyčí

Rozměry v mm

Jmenovitá šířka		Maximální dovolené zkroucení V na 1000 mm délky tyče		
nad	do a včetně	Třída A	Třída B	Třída C
6[a]	18	2,0	1,5	1,0
18	30	3,0	2,3	1,5
30	50	4,0	3,0	2,0
50	80	6,0	4,5	3,0
80	120	9,0	7,0	4,5

POZNÁMKA: Pro ploché tyče celkové délky větší než 2000 mm musí být dovolené zkroucení na celkové délce dvojnásobkem příslušného maxima uvedeného v tabulce „na každých 1000 mm".

[a] Včetně 6.

Poloměr zaoblení hran plochých tyčí

Hodnoty v mm

Jmenovitá tloušťka		Poloměr zaoblení hran	
nad	do a včetně	ostré max.	zaoblené rozsah
3[a]	6	0,3	0,3 až 0,5
6	10	0,4	0,4 až 0,8
10	18	0,5	0,5 až 1,2
18	30	0,6	0,6 až 1,8
30	40	0,7	0,7 až 2,8
40	60	0,8	0,8 až 4,0

POZNÁMKA 1: Požadavky v této tabulce pro ostré hrany jsou vhodné pouze pro slitiny měď-zinek a měď-zinek-olovo (viz tabulky).

POZNÁMKA 2: Ploché tyče, které mají zaoblené hrany poloměrem větším než poloměry uvedené v této tabulce se považují za profily.

[a)] Včetně 3.

Označení používaných materiálů

Chemické složení nízkolegovaných slitin mědi

Označení materiálu		Chemické složení											Hustota[a]	Konduktivita[a, b]	
značkami	číselným označením	% (hmotnostní podíl)											g/cm³	MS/m	% IACS
		Prvek	Cu	Be	Co	Fe	Ni	P	Pb	S	Te	Jiné celkem	přibližně	přibližně	přibližně
CuBe2Pb	CW102C	min.	zbytek	1,8	–	–	–	–	0,2	–	–	–	8,3	15	26
		max.	–	2,0	0,3	0,2	0,3	–	0,6	–	–	0,5			
CuPb1P	CW113C	min.	zbytek	–	–	–	–	0,003	0,7	–	–	–	8,9	50	86
		max.	–	–	–	–	–	0,012	1,5	–	–	0,1			
CuSP	CW114C	min.	zbytek	–	–	–	–	0,003	–	0,2	–	–	8,9	50	86
		max.	–	–	–	–	–	0,012	–	0,7	–	0,1			
CuTeP	CW118C	min.	zbytek	–	–	–	–	0,003	–	–	0,4	–	8,9	50	86
		max.	–	–	–	–	–	0,012	–	–	0,7	0,1			

[a] Pouze pro informaci.

[b] Pouze pro rozpouštěcí žíhání a precipitačně vytvrzené stavy materiálu, je-li použitelné.

Chemické složení slitin měď-nikl-zinek

Označení materiálu		Chemické složení									Hustota[a]
značkami	číselným označením	% (hmotnostní podíl)									g/cm³
		Prvek	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Sn	Zn	Jiné celkem	přibližně
CuNi7Zn39Pb3Mn2	CW400J	min.	47,0	–	1,5	6,0	2,3	–	zbytek	–	8,5
		max.	50,0	0,3	3,0	8,0	3,3	0,2	–	0,2	
CuNi12Zn30Pb1	CW406J	min.	56,0	–	–	11,0	0,5	–	zbytek	–	8,6
		max.	58,0	0,3	0,5	13,0	1,5	0,2	–	0,2	
CuNi18Zn19Pb1	CW408J	min.	59,5	–	–	17,0	0,5	–	zbytek	–	8,7
		max.	62,5	0,3	0,7	19,0	1,5	0,2	–	0,2	

[a] Pouze pro informaci.

Chemické složení slitin měď-cín

Označení materiálu		Chemické složení										Hustota[a]
značkami	číselným označením	% (hmotnostní podíl)										g/cm³
		Prvek	Cu	Fe	Ni	P	Pb	Sn	Te	Zn	Jiné celkem	přibližně
CuSn4Pb4Zn4	CW456K	min.	zbytek	–	–	0,01	3,5	3,5	–	3,5	–	8,9
		max.	–	0,1	0,2	0,4	4,5	4,5	0,2	4,5	0,2	
CuSn5Pb1	CW458K	min.	zbytek	–	–	0,01	0,5	3,5	–	–	–	8,8
		max.	–	0,1	0,2	0,4	1,5	5,5	–	–	0,3	0,2

[a] Pouze pro informaci.

Chemické složení slitin měď-zinek

Označení materiálu		Chemické složení											Hustota[a]
značkami	číselným označením	% (hmotnostní podíl)											g/cm³
		Prvek	Cu	As	Al	Fe	Mn	Ni	Pb	Sn	Zn	Jiné celkem	přibližně
CuZn40	CW509L	min.	59,5	–	–	–	–	–	–	–	zbytek	–	8,4
		max.	61,5	–	0,05	0,2	–	0,3	0,2	0,2	–	0,2	
CuZn42	CW510L	min.	57,0	–	–	–	–	–	–	–	zbytek	–	8,4
		max.	59,0	–	0,05	0,3	–	0,3	0,2	0,3	–	0,2	
CuZn38As	CW511L	min.	61,5	0,02	–	–	–	–	–	–	zbytek	–	8,4
		max.	63,5	0,15	0,05	0,1	–	0,3	0,2	0,1	–	0,2	

[a] Pouze pro informaci.

Chemické složení slitin měď-zinek-olovo

Označení materiálu		Chemické složení											Hustota[a]
značkami	číselným označením	% (hmotnostní podíl)											g/cm³
		Prvek	Cu	Al	As	Fe	Mn	Ni	Pb	Sn	Zn	Jiné celkem	přibližně
Slitiny skupiny A – Tyto slitiny mají vynikající obrobitelnost, ale velmi omezenou tvařitelnost za studena.													
CuZn36Pb3	CW603N	min. max.	60,0 62,0	– 0,05	– –	– 0,3	– –	– 0,3	2,5 3,5	– 0,2	zbytek –	– 0,2	8,5
CuZn39Pb3	CW614N	min. max.	57,0 59,0	– 0,05	– –	– 0,3	– –	– 0,3	2,5 3,5	– 0,3	zbytek –	– 0,2	8,4
CuZn40Pb2	CW617N	min. max.	57,0 59,0	– 0,05	– –	– 0,3	– –	– 0,3	1,6 2,5	– 0,3	zbytek –	– 0,2	8,4
Slitiny skupiny B – Tyto slitiny mají dobrou obrobitelnost a určitou tvařitelnost za studena.													
CuZn37Pb2	CW606N	min. max.	61,0 62,0	– 0,05	– –	– 0,2	– –	– 0,3	1,6 2,5	– 0,2	zbytek –	– 0,2	8,4
CuZn38Pb2	CW608N	min. max.	60,0 61,0	– 0,05	– –	– 0,2	– –	– 0,3	1,6 2,5	– 0,2	zbytek –	– 0,2	8,4
CuZn39Pb2	CW612N	min. max.	59,0 60,0	– 0,05	– –	– 0,3	– –	– 0,3	1,6 2,5	– 0,3	zbytek –	– 0,2	8,4
Slitiny skupiny C – Tyto slitiny jsou obrobitelné a mají velmi dobrou tvařitelnost za studena.													
CuZn35Pb1	CW600N	min. max.	62,5 64,0	– 0,05	– –	– 0,1	– –	– 0,3	0,8 1,6	– 0,1	zbytek –	– 0,1	8,5
CuZn35Pb2	CW601N	min. max.	62,0 63,5	– 0,05	– –	– 0,1	– –	– 0,3	1,6 2,5	– 0,1	zbytek –	– 0,1	8,5
CuZn38Pb1	CW607N	min. max.	60,0 61,0	– 0,05	– –	– 0,2	– –	– 0,3	0,8 1,6	– 0,2	zbytek –	– 0,2	8,4
CuZn39Pb0,5	CW610N	min. max.	59,0 60,5	– 0,05	– –	– 0,2	– –	– 0,3	0,2 0,8	– 0,2	zbytek –	– 0,2	8,4
CuZn39Pb1	CW611N	min. max.	59,0 60,0	– 0,05	– –	– 0,2	– –	– 0,3	0,8 1,6	– 0,2	zbytek –	– 0,2	8,4
Slitiny skupiny D – Tyto slitiny jsou odolné proti odzinkování s dobrou obrobitelností a mají určitou tvařitelnost za studena.													
CuZn36Pb2As	CW602N	min. max.	61,0 63,0	– 0,05	0,02 0,15	– 0,1	– 0,1	– 0,3	1,7 2,8	– 0,1	zbytek –	– 0,2	8,4

[a] Pouze pro informaci.

Chemické složení komplexních slitin měď-zinek

Označení materiálu		Chemické složení % (hmotnostní podíl)													Hustota[a] g/cm^3
značkami	číselným označením	Prvek	Cu	Al	As	Fe	Mn	Ni	P	Pb	Si	Sn	Zn	Jiné celkem	přibližně
CuZn32Pb2AsFeSi	CW709R	min. max.	64,0 66,5	– 0,05	0,03 0,08	0,1 0,2	– –	– 0,3	– –	1,5 2,2	0,45 0,8	– 0,3	zbytek –	– 0,2	8,4
CuZn37Mn3Al2PbSi	CW713R	min. max.	57,0 59,0	1,3 2,3	– –	– 1,0	1,5 3,0	– 1,0	– –	0,2 0,8	0,3 1,3	– 0,4	zbytek –	– 0,3	8,1
CuZn40Mn1Pb1	CW720R	min. max.	57,0 59,0	– 0,2	– –	– 0,3	0,5 1,5	– 0,6	– –	1,0 2,0	– 0,1	– 0,3	zbytek –	– 0,3	8,3
CuZn40Mn1Pb1AlFeSn	CW721R	min. max.	57,0 59,0	0,3 1,3	– –	0,2 1,2	0,8 1,8	– 0,3	– –	0,8 1,6	– –	0,2 1,0	zbytek –	– 0,3	8,3
CuZn40Mn1Pb1FeSn	CW722R	min. max.	56,5 58,5	– 0,1	– –	0,2 1,2	0,8 1,8	– 0,3	– –	0,8 1,6	– –	0,2 1,0	zbytek –	– 0,3	8,3
CuZn21Si3P	CW724R	min. max.	75,0 77,0	– 0,05	– –	– 0,3	– 0,05	– 0,2	0,02 0,10	– 0,10	2,7 3,5	– 0,3	zbytek –	– 0,2	8,3

[a] Pouze pro informaci.

DESKY Z NEMĚKČENÉHO POLYVINYLCHLORIDU (PVC)

Výběr z ČSN 64 3211
Účinnost od 1. 4. 1986

Označení desky z neměkčeného PVC o jmenovité tloušťce $h = 4$ mm, délce $l = 1\,500$ mm a šířce $b = 700$ mm, barvy červené:

DESKA Z NEMĚKČENÉHO PVC ČSN 64 3211.134 4 – 1 500 × 700 červená

Rozměry v mm

Jmenovitá tloušťka h	Dovolená odchylka tloušťky ±	Rozměry desek (dovolená úchylka +10)	
		lisovaných a válcovaných	vytlačovaných
1	0,15		
2	0,20		
3	0,25	600 × 1 500	1 030 × (1 000 až 2 000)
4	0,30		
5	0,35	700 × 1 500	
6	0,40		
8	0,50	1 000 × 2 400	1 500 × (1 000 až 2 000)
10	0,60		
12	0,70		
14	0,80		
16	0,90		1 660 až 1 750
18	1,00		× (1 000 až 3 000)
20	1,10		
25	1,35		

Dovolené úchylky tloušťky se vypočítají podle vzorce (0,1 mm + 0,05 h) se zaokrouhlením po 0,05 mm

Desky se označují šestimístnými čísly a přiřazenými čísly za tečkou:

První číslice – způsob výroby: 1 – lisované, 2 – vytlačované, 3 – válcované

Druhá číslice – stupeň vrubové houževnatosti: 1 – s normální houževnatostí od 2 do 5 $kJ.m^{-2}$, 2 – středně houževnaté od 5 do 20 $kJ.m^{-2}$, 3 – vysoce houževnaté nad 20 $kJ.m^{-2}$

Třetí číslice – provedení: 1 – průhledné přírodní, 2 – průhledné barvené, 3 – neprůhledné přírodní, 4 – neprůhledné barvené, 5 – neprůhledné prokládané, 6 – speciální, 7 – pro styk s poživatinami

TYČE Z NEMĚKČENÉHO POLYVINYLCHLORIDU (PVC)

Výběr z ČSN 64 3213
Účinnost od 1. 7. 1986

Označení tyče z neměkčeného polyvinylchloridu o průměru $D = 30$ mm a délce $l = 500$ mm:

TYČ Z NEMĚKČENÉHO PVC 30 – 500 ČSN 64 3213, JK 283 511

Průměr D	Dovolená úchylka	Hmotnost (kg . m^{-1})	Průměr D	Dovolená úchylka	Hmotnost (kg . m^{-1})
5	±0,4	0,03	25	±1,0	0,70
6	±0,5	0,04	28	±1,3	0,85
7	±0,6	0,05	30		1,00
8	±0,6	0,07	32		1,12
10	±0,9	0,10	35	±1,5	1,35
12		0,16	38	±1,7	1,60
15		025	40		1,75
18		0,35	45	±2,0	2,20
20		0,45	50	±2,2	2,75
22	±1,0	0,53	55	±2,5	3,30

Délka tyčí 1 500 mm – dovolená úchylka +2 %
Tyče se vyrábějí hnědé barvy
Úchylka od kruhovitosti max. 4 % průměru tyče
Úchylka přímosti max. 2,5 % délky tyče
Mechanické vlastnosti: $R_e = 44$ MPa, $R_m = 68$ MPa
Použití: – tyče lze tvarovat, lepit, řezat a strojně obrábět
– při teplotách pod 0 °C materiál křehne

Vlastnosti tyčí jsou v tabulce:

Vlastnost	Měrná jednotka	Hodnota	Zkouší se podle ČSN
Hustota	g . cm^{-3}	1,35 až 1,40	64 0111, metoda hydrostatická
Nasákavost nejvýše	%	0,18	64 0112, metoda A, za 7 dnů
Mez kluzu nejméně	MPa	44	64 0603, rychlost posuvu 100 mm . min^{-1}
Vrubová houževnatost nejméně	kJ . m^{-2}	3	ČSN EN ISO 179, zkušební těleso č. 1, vrub A
Odolnost zatepla podle Vicata nejméně	°C	65	ČSN EN ISO 306, metoda A, lázeň – silikonový olej, rychlost zvyšování teploty 50 °C/h
Rozměrová stálost nejvíce	%	2	64 0815, teplota 150 °C, doba 10 min, zkouší se v teplovzdušném termostatu

TRUBKY Z POLYETHYLÉNU

Výběr z ČSN EN 12201-2+A1
(64 6410)
Účinnost od 1. 6. 2014

Označení trub z polyethylénu o vnějším průměru $D = 40$ mm a tloušťce stěny $t = 3{,}6$ mm:

TR IPE 40 × 3,6 ČSN 64 3041

D*) (mm)		Trubky z IPE, řada							
		Lehká		Středně lehká		Středně těžká		Těžká	
		t (mm)	Hmotnost 1 m ≈ (kg)	t (mm)	Hmotnost 1 m ≈ (kg)	t (mm)	Hmotnost 1 m ≈ (kg)	t (mm)	Hmotnost 1 m ≈ (kg)
16	+0,3							2,0	0,091
20	+0,3							2,0	0,117
25	+0,4					2,0	0,150	2,3	0,168
32	+0,5					2,0	0,196	2,9	0,271
40	+0,6			2,0	0,248	2,3	0,280	3,6	0,420
50	+0,7			2,0	0,314	2,8	0,427	4,5	0,648
63	+0,9			2,0	0,399	3,6	0,688	5,7	1,04
75	+1,0	2,0	0,478	2,4	0,562	4,3	0,967	6,8	1,47
90	+1,2	2,2	0,627	2,8	0,791	5,1	1,38	8,2	2,11
110	+1,5	2,7	0,943	3,5	1,20	6,2	2,04	10,0	3,14
125	+1,7	3,1	1,22	3,9	1,51	7,1	2,65	11,4	4,06
140	+1,9	3,5	1,55	4,4	1,90	7,9	3,30	12,7	5,08
160	+2,2	3,9	1,95	5,0	2,47	9,1	4,33	14,6	6,67
180	+2,4	4,4	2,46	5,6	3,12	10,2	5,45	16,4	8,40
200	+2,9	4,9	3,05	6,2	3.81	11,4	6,76	18,2	10,4
225	+2,9	5,5	3,86	7,0	4,84	12,8	8,55	20,5	13,1
250	+2,9	6,1	4,72	7,8	5,99	14,2	10,5	22,8	16,2
280	+2,9	6,9	5,98	8,7	7,46	15,9	13,2	25,5	20,3
315	+3,3	7,7	7,49	9,8	9,45	17,9	16,7	28,7	25,7
335	+3,5	8,7	9,42	11,0	11,9	20,1	21,1	32,2	32,6
400	+3,6	9,8	12,1	12,4	15,2	22,7	26,9	36,4	41,4

*) Dolní mezní úchylka je rovna nule.

Polyethylénové trubky jsou určeny pro přepravu vody a různých kapalných, plynných a sypkých látek. Trubky z PE lze opracovat, tvarovat a svářet. Trubky je možné použít pro pitnou vodu. Je nutné brát v úvahu možnost vzniku elektrostatického náboje.

POZNÁMKY:

Navštivte naše internetové stránky:
www.albra.cz

Objednávky zasílejte na e-mail:
uvaly@albra.cz

STROJNÍ SOUČÁSTI

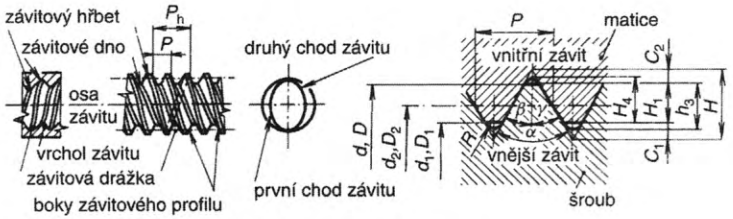
ZÁVITY

ZÁVITY, NÁZVY A DEFINICE

Výběr z ČSN ISO 5408 (01 4001) Účinnost od 1. 8. 2010

Základní názvy a definice

Název	Popis (definice)
Šroubovice	Dráha vytvořená na skutečné nebo myšlené kuželové nebo válcové ploše bodem pohybujícím se tak, že poměr mezi osovým posuvem a a odpovídajícím úhlovým natočením ε je konstantní
Šroubová plocha	Plocha vytvořená křivkou (profilem závitu) ležící v osové rovině a pohybující se tak, že všechny její body opisují šroubovice o stejném poměru a a ε
Závitový vrchol	Materiál mezi částmi šroubové plochy jednoho závitu
Závit	Povrch plochy vytvořené rovinnou čarou navinutou ve šroubovici na povrch válce nebo kužele
Vnější závit	Závit vytvořený na vnější válcové nebo kuželové ploše
Vnitřní závit	Závit vytvořený na vnitřní válcové nebo kuželové ploše
Jednoduchý závit	Závit vytvořený jedním profilem
Několikachodý závit	Závit vytvořený dvěma nebo několika profily
Pravý závit	Závit, jehož profil při pohledu podél osy při otáčení ve směru pohybu hodinových ručiček se vzdaluje od pozorovatele
Levý závit	LH – závit, jehož profil při pohledu podél osy při otáčení proti směru pohybu hodinových ručiček se vzdaluje od pozorovatele
Osa závitu	Osa válce nebo kužele, na němž je závit vytvořen
Profil závitu	Obrys vrcholu závitu a závitové drážky v rovině osového řezu závitu



Šroubovice na válcové ploše

Prvky závitu

Prvek	Význam	Prvek	Význam
d, D, D_4	Velký průměr	R	Zaoblení dna
d_2, D_2	Střední průměr	H	Výška základního trojúhelníku
d_1, d_3, D_1	Malý průměr	H_1	Nosná výška
P_h	Stoupání ($P_h = n \,.\, P$)	h_3, H_4	Výška závitu
P	Rozteč	c_1	Seříznutí závitu matice
α	Úhel profilu	c_2	Seříznutí závitu šroubu
β, γ	Úhly boků		
ψ	Úhel stoupání		

OZNAČOVÁNÍ ZÁVITŮ

Výběr z ČSN 01 4004
Účinnost od 1. 11. 1989

Název závitu	Přehled ČSN				Základní označení	
	profil	průměry a rozteče	základní rozměry	tolerance a uložení	obecně	příklad
Metrický závit	01 4007	01 4008	01 4013	01 4027 01 4314 01 4315 01 4316 01 4317	M d M $d \times P$	M 24 M 24 × 2
Metrický závit pro jemnou mechaniku a optiku	01 4007	ČSN EN ISO 68-1	01 4022	01 4314		
Metrický závit pro součásti z plastů	01 4007	01 4026	01 4026	01 4026 01 4395		
Whitworthův závit		01 4030			W d	W 1/2
Trubkový závit válcový		ČSN EN ISO 228-1			G d	G 3/4
Trubkový závit kuželový vnější		ČSN ISO 7-1			R d	R 1 1/2
Trubkový závit kuželový vnitřní					Rc d	Rc 1 1/2
Trubkový závit válcový s mezními úchylkami D_2 podle ČSN ISO 7-1		ČSN EN ISO 228-1 ČSN ISO 7-1			Rp d	Rp 1 1/2
Oblý závit	01 4037				Rd d	Rd 40
Lichoběžníkový závit rovnoramenný	01 4050 01 4051				Tr $d \times P$ Tr $d \times P$h	Tr 40 × 6 Tr 20 × 8
Lichoběžníkový závit nerovnoramenný	01 4052			01 4366 01 4367	S $d \times P$	S 80 × 10

d – velký průměr vnějšího závitu (mm). U závitů trubkových a Whitworthova je d vyjádřen v anglických palcích. Jmenovitý průměr je roven velkému průměru vnějšího závitu s výjimkou závitů trubkových, kde je odvozen od jmenovité světlosti trubky.

Příklady označování

Dvouchodý lichoběžníkový závit rovnoramenný se stoupáním $P_h = 8$ mm a roztečí $P = 4$ mm

Tr 20 × 8 (P4).

Levé závity se označují písmeny LH (Left Hand) za označením rozměru závitu:

M 24LH, M 24 × 1LH, M 24 × (P2) LH, G 1/2LH, Tr 70 × 10LH.

Značka tolerančního pole závitu se uvádí za základním označením závitu nebo za označením levého závitu. Odděluje se pomlčkou:

M 12-6g, M 12 × 1LH-6H, M 24 × 3(P1) LH-6H, M 12-7g6g, Tr 40 × 6-7H, Tr 40 × 6LH-7e, G 1/2-A, G 1/2LH-A.

Uložení v závitovém spojení se označuje zlomkem. V čitateli se uvádí značka tolerančního pole vnitřního závitu a ve jmenovateli značka tolerančního pole vnějšího závitu:

M 12-6H/6g, M 12 × 1LH-6H/6g, Tr 40 × 6LH-7H/7e.

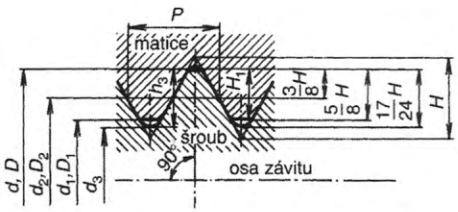
Závity zvláštní

Označování je uvedeno v normách jednotlivých druhů závitů

Pancéřový závit	ČSN 01 4035	P 11
Edisonův závit	ČSN 01 4038	E 14
Závit šroubů do plechu	ČSN EN ISO 1478	–
Závit pro izolátory	ČSN 34 8005	–

METRICKÉ ZÁVITY

Výběr z ČSN ISO 724
Účinnost od 1. 4. 2005



Výraz matice = vnitřní závit, šroub = vnější závit.

Označení metrického závitu o průměru d = 12 mm a stoupání P_h (rozteč P) 0,75, toleranční značky 6g:

M12 × 0,75-6g

Závit s hrubou roztečí; rozteč se neuvádí

Rozměry v mm

Jmenovitý průměr závitu d	Rozteč P	Průměry závitů				Jmenovitý průměr závitu d	Rozteč P	Průměry závitů			
		$d = D$	$d_2 = D_2$	$d_1 = D_1$	d_3			$d = D$	$d_2 = D_2$	$d_1 = D_1$	d_3
1	0,25	1,000	0,838	0,729	0,693	2,2	0,45	2,200	1,908	1,713	1,648
	0,20	1,000	0,870	0,783	0,755		0,25	2,200	2,038	1,929	1,893
1,1	0,25	1,100	0,938	0,829	0,793	2,5	0,45	2,500	2,208	2,013	1,948
	0,20	1,100	0,970	0,883	0,855		0,35	2,500	2,273	2,121	2,071
1,2	0,25	1,200	1,038	0,929	0,893	3	0,50	3,000	2,675	2,459	2,387
	0,20	1,200	1,070	0,983	0,955		0,35	3,000	2,773	2,621	2,571
1,4	0,30	1,400	1,205	1,075	1,032	3,5	0,60	3,500	3,110	2,850	2,764
	0,20	1,400	1,270	1,183	1,155		0,35	3,500	3,273	3,121	3,071
1,6	0,35	1,600	1,373	1,221	1,171	4	0,70	4,000	3,545	3,242	3,141
	0,20	1,600	1,470	1,383	1,355		0,50	4,000	3,675	3,459	3,387
1,8	0,35	1,800	1,573	1,421	1,371	4,5	0,75	4,500	4,013	3,688	3,580
	0,20	1,800	1,670	1,583	1,555		0,50	4,500	4,175	3,959	3,887
2	0,40	2,000	1,740	1,567	1,509	5	0,80	5,000	4,480	4,134	4,019
	0,25	2,000	1,838	1,729	1,693		0,50	5,000	4,675	4,459	4,387

Jmenovitý průměr závitu d	Rozteč P	Průměry závitů			
		$d = D$	$d_2 = D_2$	$d_1 = D_1$	d_3
5,5	0,5	5,500	5,175	4,959	4,887
6	1	6,000	5,350	4,917	4,773
	0,75	6,000	5,513	5,188	5,080
	0,5	6,000	5,675	5,459	5,387
7	1	7,000	6,350	5,917	5,773
	0,75	7,000	6,513	6,188	6,080
	0,5	7,000	6,675	6,459	6,387
8	1,25	8,000	7,188	6,647	6,466
	1	8,000	7,350	6,917	6,773
	0,75	8,000	7,513	7,188	7,080
	0,5	8,000	7,675	7,459	7,387
9	1,25	9,000	8,188	7,647	7,466
	1	9,000	8,350	7,917	7,773
	0,75	9,000	8,513	8,188	8,080
	0,5	9,000	8,675	8,459	8,387
10	1,5	10,000	9,026	8,376	8,160
	1,25	10,000	9,188	8,647	8,466
	1	10,000	9,350	8,917	8,773
	0,75	10,000	9,513	9,188	9,080
	0,5	10,000	9,675	9,459	9,387
11	1,5	11,000	10,026	9,376	9,160
	1	11,000	10,350	9,917	9,773
	0,75	11,000	10,513	10,188	10,080
	0,5	11,000	10,675	10,459	10,387
12	1,75	12,000	10,863	10,106	9,853
12	1,5	12,000	11,026	10,376	10,160
	1,25	12,000	11,188	10,647	10,466
	1	12,000	11,350	10,917	10,773
	0,75	12,000	11,513	11,188	11,080
	0,5	12,000	11,675	11,459	11,387
14	2	14,000	12,701	11,835	11,546
	1,5	14,000	13,026	12,376	12,160
	1,25	14,000	13,188	12,647	12,466
	1	14,000	13,350	12,917	12,773
	0,75	14,000	13,513	13,188	13,080
	0,5	14,000	13,675	13,459	13,387
15	1,5	15,000	14,026	13,376	13,160
	1	15,000	14,350	13,917	13,773
16	2	16,000	14,701	13,835	13,546
	1,5	16,000	15,026	14,376	14,160
	1	16,000	15,350	14,917	14,773
	0,75	16,000	15,513	15,188	15,080
	0,5	16,000	15,675	15,459	15,387
17	1,5	17,000	16,026	15,376	15,160
	1	17,000	16,350	15,917	15,773
18	2,5	18,000	16,376	15,294	14,933
	2	18,000	16,701	15,835	15,546
	1,5	18,000	17,026	16,376	16,160
	1	18,000	17,350	16,917	16,773
	0,75	18,000	17,513	17,188	17,080
	0,5	18,000	17,675	17,459	17,387

Pokračování

Rozměry v mm

Jmenovitý průměr závitu d	Rozteč P	Průměry závitů			
		$d = D$	$d_2 = D_2$	$d_1 = D_1$	d_3
20	2,5	20,000	18,376	17,294	16,933
	2	20,000	18,701	17,835	17,546
	1,5	20,000	19,026	18,376	18,160
	1	20,000	19,350	18,917	18,773
	0,75	20,000	19,513	19,188	19,080
	0,5	20,000	19,675	19,459	19,387
22	2,5	22,000	20,376	19,294	18,933
	2	22,000	20,701	19,835	19,546
	1,5	22,000	21,026	20,376	20,160
	1	22,000	21,350	20,917	20,773
	0,75	22,000	21,513	21,188	21,080
	0,5	22,000	21,675	21,459	21,387
24	3	24,000	22,051	20,752	20,319
	2	24,000	22,701	21,835	21,546
	1,5	24,000	23,026	22,376	22,160
	1	24,000	23,350	22,917	22,773
	0,75	24,000	23,513	23,188	23,080
25	2	25,000	23,701	22,835	22,546
	1,5	25,000	24,026	23,376	23,160
	1	25,000	24,350	23,917	23,773
26	1,5	26,000	25,026	24,376	24,160
27	3	27,000	25,051	23,752	23,319
	2	27,000	25,701	24,835	24,546
	1,5	27,000	26,026	25,376	25,160
	1	27,000	26,350	25,917	25,773
	0,75	27,000	26,513	26,188	26,080
28	2	28,000	26,701	25,835	25,546
	1,5	28,000	27,026	26,376	26,160
	1	28,000	27,350	26,917	26,773
30	3,5	30,000	27,727	26,211	25,706
	3	30,000	28,051	26,752	26,319
	2	30,000	28,701	27,835	27,546
	1,5	30,000	29,026	28,376	28,160
	1	30,000	29,350	28,917	28,773
	0,75	30,000	29,513	29,188	29,080
32	2	32,000	30,701	29,835	29,546
	1,5	32,000	31,026	30,376	30,160
33	3,5	33,000	30,727	29,211	28,706
	3	33,000	31,051	29,752	29,319
	2	33,000	31,701	30,835	30,546
	1,5	33,000	32,026	31,376	31,160
	1	33,000	32,350	31,917	31,773
	0,75	33,000	32,513	32,188	32,080
35	1,5	35,000	34,026	33,376	33,160
36	4	36,000	33,402	31,670	31,093
	3	36,000	34,051	32,752	32,319
	2	36,000	34,701	33,835	33,546
	1,5	36,000	35,026	34,376	34,160
	1	36,000	35,350	34,917	34,773
38	1,5	38,000	37,026	36,376	36,160

Pokračování

Rozměry v mm

Jmenovitý průměr závitu d	Rozteč P	Průměry závitů			
		$d = D$	$d_2 = D_2$	$d_1 = D_1$	d_3
39	4	39,000	36,402	34,670	34,093
	3	39,000	37,051	35,752	35,319
	2	39,000	37,701	36,835	36,546
	1,5	39,000	38,026	37,376	37,160
	1	39,000	38,350	37,917	37,773
40	3	40,000	38,051	36,752	36,319
	2	40,000	38,701	37,835	37,546
	1,5	40,000	39,026	38,376	38,160
42	4,5	42,000	39,077	37,129	36,479
	4	42,000	39,402	37,670	37,093
	3	42,000	40,051	38,752	38,319
	2	42,000	40,701	39,835	39,546
	1,5	42,000	41,026	40,376	40,160
	1	42,000	41,350	40,917	40,773
45	4,5	45,000	42,077	40,129	39,479
	4	45,000	42,402	40,670	40,099
	3	45,000	43,051	41,752	41,319
	2	45,000	43,701	42,835	42,546
	1,5	45,000	44,026	43,376	43,160
	1	45,000	44,350	43,917	43,773
48	5	48,000	44,752	42,587	41,866
	4	48,000	45,402	43,670	43,093
	3	48,000	46,051	44,752	44,319
	2	48,000	46,701	45,835	45,546
	1,5	48,000	47,026	46,376	46,160
	1	48,000	47,350	46,917	46,773
50	3	50,000	48,051	46,752	46,319
	2	50,000	48,701	47,835	47,546
	1,5	50,000	49,026	48,376	48,160
52	5	52,000	48,752	46,587	45,866
	4	52,000	49,402	47,670	47,093
	3	52,000	50,051	48,752	48,319
	2	52,000	50,701	49,835	49,546
	1,5	52,000	51,026	50,376	50,160
	1	52,000	51,350	50,917	50,773
55	4	55,000	52,402	50,670	50,093
	3	55,000	53,051	51,752	51,319
	2	55,000	53,701	52,835	52,546
	1,5	55,000	54,026	53,376	53,160
56	5,5	56,000	52,428	50,046	49,252
	4	56,000	53,402	51,670	51,093
	3	56,000	54,051	52,752	52,319
	2	56,000	54,701	53,835	53,546
	1,5	56,000	55,026	54,376	54,160
	1	56,000	55,350	54,917	54,773
58	4	58,000	55,402	53,670	53,093
	3	58,000	56,051	54,752	54,319
	2	58,000	56,701	55,835	55,546
	1,5	58,000	57,026	56,376	56,160
60	5,5	60,000	56,428	54,046	53,252
	4	60,000	57,402	55,670	55,093
	3	60,000	58,051	56,752	56,319

Pokračování

Rozměry v mm

Jmenovitý průměr závitu d	Rozteč P	Průměry závitů			
		$d = D$	$d_2 = D_2$	$d_1 = D_1$	d_3
60	2	60,000	58,701	57,835	57,546
	1,5	60,000	59,026	58,376	58,160
	1	60,000	59,350	58,917	58,773
62	4	62,000	59,402	57,670	57,093
	3	62,000	60,051	58,752	58,319
	2	62,000	60,701	59,835	59,546
	1,5	62,000	61,026	60,376	60,160
64	6	64,000	60,103	57,505	56,639
	4	64,000	61,402	59,670	59,093
	3	64,000	62,051	60,752	60,319
	2	64,000	62,701	61,835	61,546
	1,5	64,000	63,026	62,376	62,160
	1	64,000	63,350	62,917	62,773
65	4	65,000	62,402	60,670	60,093
	3	65,000	63,051	61,752	61,319
	2	65,000	63,701	62,835	62,546
	1,5	65,000	64,026	63,376	63,160
68	6	68,000	64,103	61,505	60,639
	4	68,000	65,402	63,670	63,093
	3	68,000	66,051	64,752	64,319
	2	68,000	66,701	65,835	65,546
	1,5	68,000	67,026	66,376	66,160
	1	68,000	67,350	66,917	66,773
70	6	70,000	66,103	63,505	62,639
	4	70,000	67,402	65,670	65,093
	3	70,000	68,051	66,752	66,319
70	2	70,000	68,701	67,835	67,546
	1,5	70,000	69,026	68,376	68,160
72	6	72,000	68,103	65,505	64,639
	4	72,000	69,402	67,670	67,093
	3	72,000	70,051	68,752	68,319
	2	72,000	70,701	69,835	69,546
	1,5	72,000	71,026	70,376	70,160
	1	72,000	71,350	70,917	70,779
75	4	75,000	72,402	70,670	70,093
	3	75,000	73,051	71,752	71,319
	2	75,000	73,701	72,835	72,546
	1,5	75,000	74,026	73,376	73,160
76	6	76,000	72,103	69,505	68,639
	4	76,000	73,402	71,670	71,093
	3	76,000	74,051	72,752	72,319
	2	76,000	74,701	73,835	73,546
	1,5	76,000	75,026	74,376	74,160
	1	76,000	75,350	74,917	73,777
78	2	78,000	76,701	75,835	75,546
80	6	80,000	76,103	73,505	72,639
	4	80,000	77,402	75,670	75,093
	3	80,000	78,051	76,752	76,319
	2	80,000	78,701	77,835	77,546
	1,5	80,000	79,026	78,376	78,160
	1	80,000	79,350	78,917	78,773
82	2	82,000	80,701	79,835	79,546

Pokračování

Rozměry v mm

Jmenovitý průměr závitu d	Rozteč P	Průměry závitů			
		$d = D$	$d_2 = D_2$	$d_1 = D_1$	d_3
85	6	85,000	81,103	78,505	77,639
	4	85,000	80,402	80,670	80,093
	3	85,000	83,051	81,752	81,319
	2	85,000	83,701	82,835	82,546
	1,5	85,000	84,026	83,376	83,160
90	6	90,000	86,103	83,505	82,639
	4	90,000	87,402	85,670	85,093
	3	90,000	88,051	86,752	86,319
	2	90,000	88,701	87,835	87,546
	1,5	90,000	89,026	88,376	88,160
95	6	95,000	91,103	88,505	87,639
	4	95,000	92,402	90,670	90,093
	3	95,000	93,051	91,752	91,319
	2	95,000	93,701	92,835	92,546
	1,5	95,000	94,026	93,376	93,160
100	6	100,000	96,103	93,505	92,639
	4	100,000	97,402	95,670	95,093
	3	100,000	98,051	96,752	96,319
	2	100,000	98,701	97,835	97,546
	1,5	100,000	99,026	98,376	98,160

VÝBĚR DOPORUČENÝCH MEZNÍCH ÚCHYLEK ISO METRICKÉHO ZÁVITU

Výběr z ČSN 01 4315
Účinnost od 1. 1. 1972

Uložení s vůlí

Matice		Šroub			Druh lícování	Použití
G	H	e	g	h		
	4H 5H			4h	jemné	Pro přesné závity
6G	5H 6H 6H	6e	6g	6h	střední	Všeobecné použití
	7H		8g		hrubé	Pro méně přesnou výrobu

Úchylky 6H a 6g jsou uvažovány jako přednostní, dávají spojení se zaručenou vůlí, umožňující i dodatečné pokovení.

Při používání tohoto výběru lze toleranční značky šroubů a matic kombinovat libovolně. Dostatečnou nosnou hloubku u závitového spojení však zaručují jen uložení H/g, H/h nebo G/h; pro $P < 0{,}5$ mm jen H/h.

Hodnoty mezních úchylek metrického závitu. Uložení s vůlí

Matice s hrubou roztečí

Závit		Horní úchylky ES průměru (μm)						
průměr D	rozteč P	středního D_2				malého D_1		
mm		4H	5H	6H	7H	5H	6H	7H
1,0 a 1,2	0,25	+45	+56			+56	+71	
1,4	0,30	+48	+60	+75		+67	+85	
1,6 a 1,8	0,35	+53	+67	+85		+80	+100	
2,0	0,40	+56	+71	+90		+90	+112	
2,2 a 2,5	0,45	+60	+75	+95		+100	+125	
3,0	0,50	+63	+80	+100		+112	+140	
3,5	0,60	+71	+90	+112		+125	+160	
4,0	0,70	+75	+95	+118		+140	+180	
4,5	0,75	+75	+95	+118		+150	+190	
5,0	0,80	+80	+100	+125	+160	+160	+200	+250
6,0 a 7,0	1,00	+95	+118	+150	+190	+190	+236	+300
8,0 a 9,0	1,25	+100	+125	+160	+200	+212	+265	+335
10,0 a 11,0	1,50	+112	+140	+180	+224	+236	+300	+375
12,0	1,75	+125	+160	+200	+250	+265	+335	+425
14,0 a 16,0	2,00	+132	+170	+212	+265	+300	+375	+475
18,0 a 22,0	2,50	+140	+180	+224	+280	+355	+450	+560
24,0 a 27,0	3,00	+170	+212	+265	+335	+400	+500	+630
30,0 a 33,0	3,50	+180	+224	+280	+335	+450	+560	+710
36,0 a 39,0	4,00	+190	+236	+300	+375	+475	+600	+750
42,0 a 45,0	4,50	+200	+250	+315	+400	+530	+670	+850
48,0 a 52,0	5,00	+212	+265	+335	+425	+560	+710	+900
56,0 a 60,0	5,50	+224	+280	+355	+450	+600	+750	+950
64,0 a 68,0	6,00	+236	+300	+375	+475	+630	+800	+1 000

Dolní úchylky EI tolerančních polí H jsou nulové.

Závit		Mezní úchylky průměru (μm)			
průměr D	rozteč P	středního D_2		malého D_1	
		horní	dolní	horní	dolní
mm		6G			
1,4	0,30	+93	+18	+103	+18
1,6 a 1,8	0,35	+104	+19	+119	+19
2,0	0,40	+109	+19	+131	+19
2,2 a 2,5	0,45	+115	+20	+145	+20
3,0	0,50	+120	+20	+160	+20
3,5	0,60	+133	+21	+181	+21
4,0	0,70	+140	+22	+202	+22
4,5	0,75	+140	+22	+212	+22
5,0	0,80	+149	+24	+224	+24
6,0 a 7,0	1,00	+176	+26	+262	+26
8,0 a 9,0	1,25	+188	+28	+293	+28
10,0 a 11,0	1,50	+212	+32	+332	+32
12,0	1,75	+234	+34	+369	+34
14,0 a 16,0	2,00	+250	+38	+413	+38
18,0 a 22,0	2,50	+266	+42	+492	+42
24,0 a 27,0	3,00	+313	+48	+548	+48
30,0 a 33,0	3,50	+333	+53	+613	+53
36,0 a 39,0	4,00	+360	+60	+650	+60
42,0 a 45,0	4,50	+378	+63	+733	+63
48,0 a 52,0	5,00	+406	+71	+781	+71
56,0 a 60,0	5,50	+430	+75	+825	+75
64,0 a 68,0	6,00	+445	+80	+880	+80

Šrouby

Závit		Dolní úchylky ei průměru (μm)			
průměr d	rozteč P	velkého d		středního d_1	
mm		4h	6h	4h	6h
1,0 a 1,2	0,25	−42	−67	−34	−53
1,4	0,30	−48	−75	−36	−56
1,6 a 1,8	0,35	−53	−85	−40	−63
2,0	0,40	−60	−95	−42	−67
2,2 a 2,5	0,45	−63	−100	−45	−71
3,0	0,50	−67	−106	−48	−75
3,5	0,60	−80	−125	−53	−85
4,0	0,75	−90	−140	−56	−90
4,5	0,75	−90	−140	−56	−90
5,0	0,80	−95	−150	−60	−95
6,0 a 7,0	1,00	−112	−180	−71	−112
8,0 a 9,0	1,25	−132	−212	−75	−118
10,0 a 11,0	1,50	−150	−236	−85	−132
12,0	1,75	−170	−265	−95	−150
14,0 a 16,0	2,00	−180	−280	−100	−160
18,0 a 22,0	2,50	−212	−335	−106	−170
24,0 a 27,0	3,00	−236	−375	−125	−200
30,0 a 33,0	3,50	−265	−425	−132	−212
36,0 a 39,0	4,00	−300	−475	−140	−224
42,0 a 45,0	4,50	−315	−500	−150	−236
48,0 a 52,0	5,00	−335	−530	−160	−250
56,0 a 60,0	5,50	−355	−560	−170	−265
64,0 a 68,0	6,00	−375	−600	−180	−280

Horní úchylky es tolerančních polí h jsou nulové.

Závit		Mezní úchylky průměru (μm)				
průměr d	rozteč P	horní	dolní			
			velkého d		středního d_2	
mm		6g; 8g	6g	8g	6g	8g
1,0 a 1,2	0,25	−18	−85		−71	
1,4	0,30	−18	−93		−74	
1,6 a 1,8	0,35	−19	−104		−82	
2,0	0,40	−19	−114		−86	
2,2 a 2,5	0,45	−20	−120		−91	
3,0	0,50	−20	−126		−95	
3,5	0,60	−21	−146		−106	
4,0	0,70	−22	−162		−112	
4,5	0,75	−22	−162		−112	
5,0	0,80	−24	−174	−260	−119	−174
6,0 a 7,0	1,00	−26	−206	−306	−138	−206
8,0 a 9,0	1,25	−28	−240	−363	−146	−218
10,0 a 11,0	1,50	−32	−268	−407	−164	−256
12,0	1,75	−34	−299	−459	−184	−270
14,0 a 16,0	2,00	−38	−318	−488	−198	−288
18,0 a 22,0	2,50	−42	−377	−572	−212	−307
24,0 a 27,0	3,00	−48	−423	−648	−248	−363
30,0 a 33,0	3,50	−53	−478	−723	−265	−388
36,0 a 39,0	4,00	−60	−535		−284	
42,0 a 45,0	4,50	−63	−563		−299	
48,0 a 52,0	5,00	−71	−601		−321	
56,0 a 60,0	5,50	−75	−635		−340	
64,0 a 68,0	6,00	−80	−680		−360	

Horní úchylka platí pro velký, střední i malý průměr (d, d_2, d_3) a pro toleranční pole 6g i 8g.

Závit		Mezní úchylky průměru (μm)			
průměr d	rozteč P	velkého d		středního d_2	
		horní	dolní	horní	dolní
mm		6e			
3,0	0,50	−50	−156	−50	−125
3,5	0,60	−53	−178	−53	−138
4,0	0,70	−56	−196	−56	−146
4,5	0,75	−56	−196	−56	−146
5,0	0,80	−60	−210	−60	−155
6,0 a 7,0	1,00	−60	−240	−60	−172
8,0 a 9,0	1,25	−63	−275	−63	−181
10,0 a 11,0	1,50	−67	−303	−67	−199
12,0	1,75	−71	−336	−71	−221
14,0 a 16,0	2,00	−71	−351	−71	−231
16,0 a 22,0	2,50	−80	−415	−80	−250
24,0 a 27,0	3,00	−85	−460	−85	−285
30,0 a 33,0	3,50	−90	−515	−90	−302
36,0 a 39,0	4,00	−95	−570	−95	−319
42,0 a 45,0	4,50	−100	−600	−100	−336
48,0 a 52,0	5,00	−106	−636	−106	−356
56,0 a 60,0	5,50	−112	−672	−112	−377
64,0 a 68,0	6,00	−118	−718	−118	−398

Průměry rozteče a základní rozměry

Rozměry v mm

Jmenovitý průměr závitu d		Rozteč P					
řada 1	řada 2	hrubá	jemná				
5	–	0,80	–	–	–	–	–
6	–	1,00	–	–	–	–	–
8	–	1,25	–	–	–	–	1
10	–	1,50	–	–	–	1,25	–
12	–	1,75	–	–	1,50	1,25	–
–	14	2,00	–	–	1,50	–	–
16	–	2,00	–	–	1,50	–	–
–	18	2,50	–	2,0	1,50	–	–
20	–	2,50	–	2,0	1,50	–	–
–	22	2,50	–	2,0	1,50	–	–
24	–	3,00	–	2,0	–	–	–
–	27	3,00	–	2,0	–	–	–
30	–	3,50	–	2,0	–	–	–

Pro zašroubované konce závrtných šroubů se přednostně volí závity s průměry první řady a hrubou roztečí.

Délky zašroubování

Materiál součásti s vnitřním závitem	Délka zašroubování	
	min	max
Ocel	1d	1,25d
Litina	1,25d	1,5d
Hliníkové a hořčíkové slitiny	1,5d	2d

Číselné hodnoty základních úchylek průměru d, D, D_1, D_2 jsou v ČSN ISO 965-3 (01 4314).

Toleranční pole vnějšího a vnitřního závitu pro uložení přechodná v závislosti na materiálu součásti s vnitřním závitem

Jmenovitý průměr závitu d (mm)		Materiál součásti s vnitřním závitem	Uložení		
od	do				
5	16	ocel	3H6H / 2m	2H6H*) / 1k6h	4H6H / 4jk
		litina			5H6H / 4jk
		slitiny Al a Mg		2H6H*) / 1mn6h	
18	30	ocel		2H5H*) / 1k6h	4H6H / 4j
		litina			5H6H / 4j
		slitiny Al a Mg		2H5H*) / 1mn6h	
33	45	ocel	–	2H5H*) / 1k6h	5H6H / 4jh
		litina			
		slitiny Al a Mg		–	

*) Platí jen v ČR

Mezní úchylky průměru vnějšího závitu

Pokračování

Jmenovitý průměr závitu d (mm)		Rozteč P (mm)	Toleranční pole vnějšího závitu														
			4jh					4j					4jk				
			Průměry závitu														
			d		d_2		d_3	d		d_2		d_3	d		d_2		d_3
			Mezní úchylky v µm														
přes	do		es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es
2,8	5,6	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	−24	−174	+51	−9	+51
5,6	11,2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	−26	−206	+60	−11	+60
		1,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	−28	−240	+61	−14	+61
		1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	−32	−268	+68	−17	+68
11,2	22,4	1,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	−28	−240	+71	−14	+71
		1,5	—	—	—	—	—	−32	−268	+48	−42	+48	−32	−268	+73	−17	+73
		1,75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	−34	−299	+76	−19	+76
		2	—	—	—	—	—	−38	−318	+52	−48	+52	−38	−318	+78	−22	+78
		2,5	—	—	—	—	—	−42	−377	+53	−53	+53	—	—	—	—	—
22,4	45	2	−38	−318	+6	−100	+6	−38	−318	+58	−48	+58	—	—	—	—	—
		3	−48	−423	+13	−112	+13	−48	−423	+69	−56	+69	—	—	—	—	—
		3,5	−53	−478	+14	−118	+14	−53	−478	+69	−63	+69	—	—	—	—	—
		4	−60	−535	+15	−125	+15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		4,5	−63	−563	+18	−132	+18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Pokračování

Jmenovitý průměr závitu d (mm)		Rozteč P (mm)	Toleranční pole vnějšího závitu														
			1k6h					2m					1mn6h				
			Průměry závitu														
			d		d_2		d_3	d		d_2		d_3	d		d_2		d_3
			Mezní úchylky v μm														
přes	do		es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es
2,8	5,6	0,8	0	−150	+46	+16	+46	−24	−174	+62	+24	+62	0	−150	+58	+28	+58
5,6	11,2	1	0	−180	+52	+18	+52	−26	−206	+72	+26	+72	0	−180	+65	+31	+65
		1,25	0	−212	+58	+20	+58	−28	−240	+76	+28	+76	0	−212	+73	+35	+73
		1,5	0	−236	+65	+23	+65	−32	−268	+85	+32	+85	0	−236	+80	+38	+80
11,2	22,4	1,25	–	–	–	–	–	−28	−240	+81	+28	+81	–	–	–	–	–
		1,5	–	–	–	–	–	−32	−268	+88	+32	+88	–	–	–	–	–
		1,75	0	−265	+73	+25	+73	−34	−299	+94	+34	+94	0	−265	+89	+41	+89
		2	0	−280	+77	+27	+77	−38	−318	+101	+38	+101	0	−280	+94	+44	+94
		2,5	0	−335	+82	+29	+82	−42	−377	+109	+42	+109	0	−335	+103	+50	+103
22,4	45	2	–	–	–	–	–	−38	−318	+105	+38	+105	–	–	–	–	–
		3	0	−375	+93	+30	+93	−48	−423	+128	+48	+128	0	−375	+116	+53	+116
		3,5	0	−425	+97	+30	+97	–	–	–	–	–	0	−425	+120	+53	+120
		4	0	−475	+103	+32	+103	–	–	–	–	–	0	−475	+129	+58	+129
		4,5	0	−500	+107	+32	+107	–	–	–	–	–	0	−500	+133	+58	+133

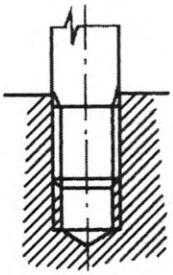
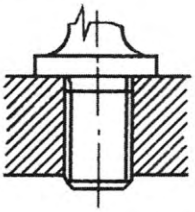
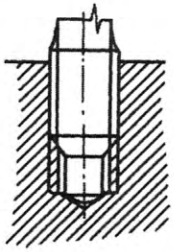
Mezní úchylky průměru vnitřního závitu

Pokračování

Jmenovitý průměr závitu d (mm)		Rozteč P (mm)	Toleranční pole vnitřního závitu									
			2H5H		2H6H		3H6H		4H6H		5H6H	
			Průměry závitu									
			D_2	D_1	D_2	D_1	D_2	D_1	D_2	D_1	D_2	D_1
			Horní úchylky v µm									
přes	do		ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES
2,8	5,6	0,8	–	–	+36	+200	+63	+200	+80	+200	+100	+200
5,6	11,2	1	–	–	+42	+236	+75	+236	+95	+236	+118	+236
		1,25	–	–	+46	+265	+80	+265	+100	+265	+125	+265
		1,5	–	–	+50	+300	+90	+300	+112	+300	+140	+300
11,2	22,4	1,25	–	–	–	–	+90	+265	+112	+265	+140	+265
		1,5	–	–	–	–	+95	+300	+118	+300	+150	+300
		1,75	–	–	+57	+335	+100	+335	+125	+335	+160	+335
		2	–	–	+60	+375	+106	+375	+132	+375	+170	+375
		2,5	+66	+355	–	–	+112	+450	+140	+450	+180	+450
22,4	45	2	–	–	–	–	+112	+375	+140	+375	+180	+375
		3	+76	+400	–	–	+132	+500	+170	+500	+212	+500
		3,5	+81	+450	–	–	–	–	+180	+560	+224	+560
		4	+86	+475	–	–	–	–	–	–	+236	+600
		4,5	+90	+530	–	–	–	–	–	–	+250	+670

Dolní mezní úchylky průměrů D, D_2 a D_1 jsou pro všechna toleranční pole vnitřního závitu rovny nule

Konstrukční prvky pro doraz šroubového spoje a příklady užití

Způsob dorazu	Materiál součásti s vnitřním závitem	Poznámka
1. výběh závitu 	Ocel, litina, slitiny hořčíku a hliníku	Nejčastěji používaný způsob dorazu (dotažení) spoje. Používá se u průchozích i neprůchozích děr. Nedoporučuje se při vysokých dynamických zatíženích. Při velkých utahovacích momentech může dojít k deformaci vnitřního závitu, proto se doporučuje zahloubení s úhlem 60°. Tloušťka stěny součásti s vnitřním závitem nesmí být menší než $0{,}5d$.
2. nákružek 	Zejména hořčíkové a hliníkové slitiny	Používá se u neprůchozích i průchozích děr. Rovina, na níž dosedá nákružek, musí být kolmá k ose závitu. Minimální průměr nákružku $1{,}5d$.
3. čípek 	Ocel, litina, hliníkové a hořčíkové slitiny	Používá se pouze ve slepých dírách. Vykazuje menší namáhání než způsoby 1 a 2. Průměr čípku musí být menší než malý průměr vnitřního závitu. Úhel kužele na konci čípku musí být shodný s úhlem zakončení díry od vrtáku.

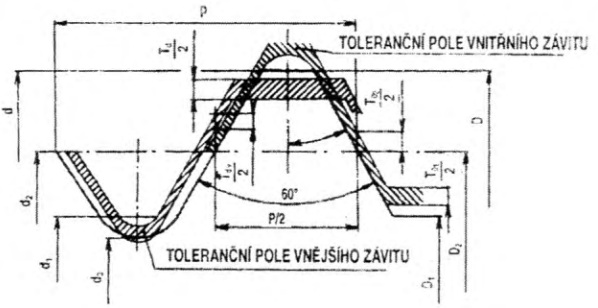
METRICKÉ ZÁVITY
Uložení s přesahem

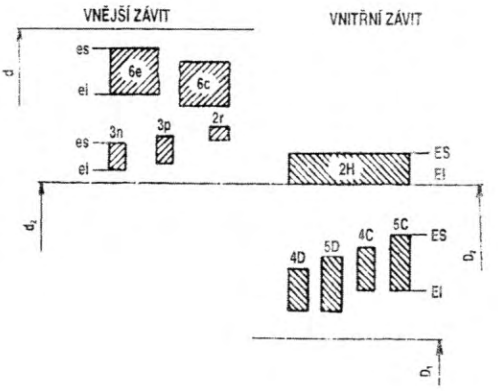
Výběr z ČSN 01 4317
Účinnost od 1. 1. 1991

Toleranční pole a jejich kombinace v uloženích s přesahem

Materiál součásti s vnitřním závitem	Toleranční pole závitu			Uložení	
	vnějšího	vnitřního			
		rozteč P (mm)		rozteč P (mm)	
		do 1,25	přes 1,25	do 1,25	přes 1,25
Litina a hliníkové slitiny	2r	2H5D	2H5C	$\frac{2H5D}{2r}$	$\frac{2H5C}{2r}$
Litina, hliníkové a hořčíkové slitiny	3p(2)	2H5D(2)	2H5C(2)	$\frac{2H5D(2)}{3p(2)}$	$\frac{2H5C(2)}{3p(2)}$
Ocel, vysokopevnostní a titanové slitiny	3n(3)	2H4D(3)	2H4C(3)	$\frac{2H4D(3)}{3n(3)}$	$\frac{2H4C(3)}{3n(3)}$

Uložení: 2H5D(2)/3p(2), 2H5C(2)/3p(2), 2H4D(3)/3n(3), 2H4C(3)/3n(3) se realizují po roztřídění vnějšího a vnitřního závitu podle středního průměru, měřeného uprostřed délky závitu.





METRICKÉ ZÁVITY PRO JEMNOU MECHANIKU A OPTIKU

Výběr z ČSN 01 4021, ČSN 01 4022
Účinnost od 1. 1. 1978

Označení metrického závitu o průměru $d = 32$ mm s jemnou roztečí $P = 1$ mm:

M 32 × 1

Označení metrického závitu o průměru $d = 70$ mm, tříchodý závit s roztečí $P = 1$ mm a stoupáním $P_h = 3$ mm:

M 70 × 3 (P1)

Rozměry v mm

Jmenovitý průměr závitu		Rozteč	Průměry závitu			
řada 1	řada 2	P	$d = D$	$d_2 = D_2$	$d_1 = D_1$	d_3
3,5		0,5	3,500	3,175	2,959	2,887
4		0,35	4,000	3,773	3,621	3,571
		0,25	4,000	3,838	3,729	3,693
4,5		0,35	4,500	4,273	4,121	4,071
		0,25	4,500	4,338	4,229	4,193
5		0,35	5,000	4,773	4,621	4,571
		0,25	5,000	4,838	4,729	4,693
5,5		0,35	5,500	5,273	5,121	5,071
		0,25	5,500	5,338	5,229	5,193
6		0,35	6,000	5,773	5,621	5,571
		0,25	6,000	5,838	5,729	5,693
	6,5	0,75	6,500	6,013	5,688	5,580
		0,5	6,500	6,175	5,959	5,887
		0,35	6,500	6,273	6,121	6,071
		0,25	6,500	6,338	6,229	6,193
7		0,35	7,000	6,773	6,621	6,571
		0,25	7,000	6,838	6,729	6,693
	7,5	0,75	7,500	7,013	6,688	6,580
		0,5	7,500	7,175	6,959	6,887
		0,35	7,500	7,273	7,121	7,071
		0,25	7,500	7,338	7,229	7,193
8		0,35	8,000	7,773	7,621	7,571
		0,25	8,000	7,838	7,729	7,693
	8,5	1	8,500	7,850	7,417	7,273
		0,75	8,500	8,013	7,688	7,580
		0,5	8,500	8,175	7,959	7,887
9		0,35	9,000	8,773	8,621	8,571
	9,5	1	9,500	8,850	8,417	8,273
		0,75	9,500	9,013	8,688	8,580
		0,5	9,500	9,175	8,959	8,887
		0,35	9,500	9,273	9,121	9,071
10		0,35	10,000	9,773	9,621	9,571
	10,5	1	10,500	9,850	9,417	9,273
		0,75	10,500	10,013	9,688	9,580
		0,5	10,500	10,175	9,959	9,887
11		0,35	11,000	10,773	10,621	10,571
	11,5	1	11,500	10,850	10,417	10,273
		0,75	11,500	11,013	10,688	10,580
		0,5	11,500	11,175	10,959	10,887
12		0,35	12,000	11,773	11,621	11,571
	12,5	1,5	12,500	11,526	10,876	10,660
		1	12,500	11,850	11,417	11,273
		0,75	12,500	12,013	11,688	11,580
		0,5	12,500	12,175	11,959	11,887
	13	1,5	13,000	12,026	11,376	11,160
		1	13,000	12,350	11,917	11,773
		0,75	13,000	12,513	12,188	12,080
		0,5	13,000	12,675	12,459	12,387
	13,5	1,5	13,500	12,526	11,876	11,660
		1	13,500	12,850	12,417	12,273
		0,75	13,500	13,013	12,688	12,580
		0,5	13,500	13,175	12,959	12,887

Pokračování

Rozměry v mm

Jmenovitý průměr závitu		Rozteč	Průměry závitu			
řada 1	řada 2	P	$d = D$	$d_2 = D_2$	$d_1 = D_1$	d_3
	14,5	1,5	14,500	13,526	12,876	12,660
		1	14,500	13,850	13,417	13,273
		0,75	14,500	14,013	13,688	13,580
		0,5	14,500	14,175	13,959	13,887
15		0,75	15,000	14,513	14,188	14,080
		0,5	15,000	14,675	14,459	14,387
	15,5	0,5	15,500	15,175	14,959	14,887
	16,5	0,5	16,500	16,175	15,959	15,887
17		0,75	17,000	16,513	16,188	16,080
		0,5	17,000	16,675	16,459	16,387
	17,5	0,75	17,500	17,013	16,688	16,580
		0,5	17,500	17,175	16,959	16,887
	18,5	0,5	18,500	18,175	17,959	17,887
	19	1,5	19,000	18,026	17,376	17,160
		1	19,000	18,350	17,917	17,773
		0,75	19,000	18,513	18,188	18,080
		0,5	19,000	18,675	18,459	18,387
	19,5	0,5	19,500	19,175	18,959	18,887
	20,5	1	20,500	19,850	19,417	19,273
		0,5	20,500	20,175	19,959	19,887
	21	1,5	21,000	20,026	19,376	19,160
		1	21,000	20,350	19,917	19,773
		0,75	21,000	20,513	20,188	20,080
		0,5	21,000	20,675	20,459	20,387
	21,5	0,5	21,500	21,175	20,959	20,887
	22,5	0,5	22,500	22,175	21,959	21,887
	23	1,5	23,000	22,026	21,376	21,160
		1	23,000	22,350	21,917	21,773
		0,75	23,000	22,513	22,188	22,080
		0,5	23,000	22,675	22,459	22,387
	23,5	0,5	23,500	23,175	22,959	22,887
24		0,5	24,000	23,675	23,459	23,387
	24,5	0,5	24,500	24,175	23,959	23,887
25		0,75	25,000	24,513	24,188	24,080
		0,5	25,000	24,675	24,459	24,387
	25,5	0,5	25,500	25,175	24,959	24,887
26		1	26,000	25,350	24,917	24,773
		0,75	26,000	25,513	25,188	25,080
		0,5	26,000	25,675	25,459	25,387
	26,5	0,5	26,500	26,175	25,959	25,887
27		0,5	27,000	26,675	26,459	26,387
	27,5	0,5	27,500	27,175	26,959	26,887
28		0,75	28,000	27,513	27,188	27,080
		0,5	28,000	27,675	27,459	27,387
	28,5	0,5	28,500	28,175	27,959	27,887
	29	0,75	29,000	28,513	28,188	28,080
		0,5	29,000	28,675	28,459	28,387
	29,5	0,5	29,500	29,175	28,959	28,887
30		0,5	30,000	29,675	29,459	29,387
	30,5	0,5	30,500	30,175	29,959	29,887
	31	1,5	31,000	30,026	29,376	29,160
		0,75	31,000	30,513	30,188	30,080
		0,5	31,000	30,675	30,459	30,387
	31,5	0,5	31,500	31,175	30,959	30,887
32		1	32,000	31,350	30,917	30,773
		0,75	32,000	31,513	31,188	31,080
		0,5	32,000	31,675	31,459	31,387
	32,5	0,5	32,500	32,175	31,959	31,887
33		0,5	33,000	32,675	32,459	32,387
	33,5	0,5	33,500	33,175	32,959	32,887
	34	1,5	34,000	33,026	32,376	32,160
		1	34,000	33,350	32,917	32,773
		0,75	34,000	33,513	33,188	33,080
		0,5	34,000	33,675	33,459	33,387
	34,5	0,5	34,500	34,175	33,959	33,887

Pokračování

Jmenovitý průměr závitu		Rozteč	Průměry závitu			
řada 1	řada 2	P	$d = D$	$d_2 = D_2$	$d_1 = D_1$	d_3
35		1	35,000	34,350	33,917	33,773
		0,75	35,000	34,513	34,188	34,080
		0,5	35,000	34,675	34,459	34,387
	35,5	0,5	35,500	35,175	34,959	34,887
36		0,75	36,000	35,513	35,188	35,080
		0,5	36,000	35,675	35,459	35,387
	36,5	0,5	36,500	36,175	35,959	35,887
	37	1,5	37,000	36,026	35,376	35,160
		0,75	37,000	36,513	36,188	36,080
		0,5	37,000	36,675	36,459	36,387
	37,5	0,5	37,500	37,175	36,959	36,887
38		1	38,000	37,350	36,917	36,773
		0,75	38,000	37,513	37,188	37,080
		0,5	38,000	37,675	37,459	37,387
	38,5	0,5	38,500	38,175	37,959	37,887
39		0,75	39,000	38,513	38,188	38,080
		0,5	39,000	38,675	38,459	38,387
	39,5	0,5	39,500	39,175	38,959	38,887
40		1	40,000	39,350	38,917	38,773
		0,75	40,000	39,513	39,188	39,080
		0,5	40,000	39,675	39,459	39,387
	40,5	0,5	40,500	40,175	39,959	39,887
	41	1,5	41,000	40,026	39,375	39,160
		0,75	41,000	40,513	40,188	40,080
		0,5	41,000	40,675	40,459	40,387
	41,5	0,5	41,500	41,175	40,959	40,887
42		0,75	42,000	41,513	41,188	41,080
		0,5	42,000	41,675	41,459	41,387
	42,5	0,5	42,500	42,175	41,959	41,887
	43	1,5	43,000	42,026	41,376	41,160
		0,75	43,000	42,513	42,188	42,080
		0,5	43,000	42,675	42,459	42,387
	43,5	0,5	43,500	43,175	42,959	42,887
	44	1,5	44,000	43,026	42,376	42,160
		1	44,000	43,350	42,917	42,773
		0,75	44,000	43,513	43,188	43,080
		0,5	44,000	43,675	43,459	43,387
	44,5	0,5	44,500	44,175	43,959	43,887
45		0,75	45,000	44,513	44,188	44,080
		0,5	45,000	44,675	44,459	44,387
	45,5	0,5	45,500	45,175	44,959	44,887
	46	1,5	46,000	45,026	44,376	44,160
		1	46,000	45,350	44,917	44,773
		0,75	46,000	45,513	45,188	45,080
		0,5	46,000	45,675	45,459	45,387
	46,5	0,5	46,500	46,175	45,959	45,887
	47	1,5	47,000	46,026	45,376	45,160
		0,75	47,000	46,513	46,188	46,080
		0,5	47,000	46,675	46,459	46,387
	47,5	0,5	47,500	47,175	46,959	46,887
48		0,75	48,000	47,513	47,188	47,080
		0,5	48,000	47,675	47,459	47,387
	48,5	0,5	48,500	48,175	47,959	47,887
	49	1,5	49,000	48,026	47,376	47,160
		0,75	49,000	48,513	48,188	48,080
		0,5	49,000	48,675	48,459	48,387
	49,5	0,75	49,000	49,013	48,688	48,580
		0,5	49,500	49,175	48,959	48,887
50		1	50,000	49,350	48,917	48,773
		0,75	50,000	49,513	49,188	49,080
		0,5	50,000	49,675	49,459	49,387
	50,5	0,5	50,500	50,175	49,959	49,887
	51	1,5	51,000	50,026	49,376	49,160
		1	51,000	50,350	49,917	49,773
		0,75	51,000	50,513	50,188	50,080

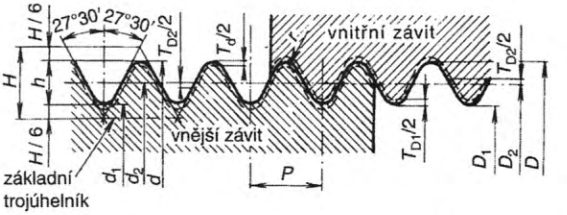
Pokračování

Rozměry v mm

Jmenovitý průměr závitu		Rozteč	Průměry závitu			
řada 1	řada 2	P	$d = D$	$d_2 = D_2$	$d_1 = D_1$	d_3
	51	0,5	51,000	50,675	50,459	50,387
	51,5	0,75	51,500	51,013	50,688	50,580
		0,5	51,500	51,175	50,959	50,887
52		0,75	52,000	51,513	51,188	51,080
		0,5	52,000	51,675	51,459	51,387
	52,5	0,75	52,500	52,013	51,688	51,580

TRUBKOVÉ ZÁVITY PRO SPOJE NETĚSNÍCÍ NA ZÁVITECH

Výběr z ČSN EN ISO 228-1 (01 4033)
Účinnost od 1. 10. 2003



$H = 0{,}960\,491P$ $\quad h = 0{,}640\,327P$ $\quad r = 0{,}137\,329P$

Závity s úplným profilem a jejich toleranční pole

Označení vnějšího trubkového závitu válcového pro pravý závit velikosti 1 1/2", třídy přesnosti A:

TRUBKOVÝ ZÁVIT ISO 228 – G 1 1/2 A

Význam použitých symbolů

G	Značka pro trubkové závity, kde těsnosti spojů není dosahováno na závitech
A	Třída přesnosti s užším tolerančním polem vnějších trubkových závitů podle této normy
B	Třída přesnosti se širším tolerančním polem vnějších trubkových závitů podle této normy
H	Výška základního trojúhelníku profilu závitu
h	Výška závitového profilu se zaoblením na hřbetech a dnech vybrání
r	Poloměr zaoblení hřbetů a den
P	Rozteč
d	$= d$; velký průměr vnitřního závitu
D_1	$= D - 1{,}280\,654P = d_1$; malý průměr vnitřního závitu
D_2	$= D - 0{,}640\,327P = d_2$; střední průměr vnitřního závitu
d	Velký průměr vnějšího závitu
d_1	$= d - 1{,}280\,654P$; malý průměr vnějšího závitu
d_2	$= d - 0{,}640\,327P$; střední průměr vnějšího závitu
T_{D1}	Tolerance malého průměru vnitřního závitu
T_{D2}	Tolerance středního průměru vnitřního závitu
T_d	Tolerance velkého průměru vnějšího závitu
T_{d2}	Tolerance středního průměru vnějšího závitu

Rozměry závitů Rozměry v mm

Označení velikosti závitu	Počet roztečí na délce 25,4 mm	Rozteč	Výška profilu závitu	Průměry			Tolerance středního průměru[1])					Tolerance malého průměru		Tolerance velkého průměru	
							Vnitřní závit T_{D2}		Vnější závit T_{d2}			Vnitřní závit T_{D1}		Vnější závit T_d	
				Velký	Střední	Malý	Dolní úchylka	Horní úchylka	Dolní úchylka třída přesnosti	Dolní úchylka třída přesnosti	Horní úchylka	Dolní úchylka	Horní úchylka	Dolní úchylka	Horní úchylka
		P	h	$d = D$	$d_2 = D_2$	$d_1 = D_1$	A	B							
1/16	28	0,907	0,581	7,723	7,142	6,561	0	+0,107	−0,107	−0,214	0	0	+0,282	−0,214	0
1/8	28	0,907	0,581	9,728	9,147	8,566	0	+0,107	−0,107	−0,214	0	0	+0,282	−0,214	0
1/4	19	1,337	0,856	13,157	12,301	11,445	0	+0,125	−0,125	−0,250	0	0	+0,445	−0,250	0
3/8	19	1,337	0,856	16,662	15,806	14,950	0	+0,125	−0,125	−0,250	0	0	+0,445	−0,250	0
1/2	14	1,814	1,162	20,955	19,793	18,631	0	+0,142	−0,142	−0,284	0	0	+0,541	−0,284	0
5/8	14	1,814	1,162	22,911	21,749	20,587	0	+0,142	−0,142	−0,284	0	0	+0,541	−0,284	0
3/4	14	1,814	1,162	26,441	25,279	24,117	0	+0,142	−0,142	−0,284	0	0	+0,541	−0,284	0
7/8	14	1,814	1,162	30,201	29,039	27,877	0	+0,142	−0,142	−0,284	0	0	+0,541	−0,284	0
1	11	2,309	1,479	33,249	31,770	30,291	0	+0,180	−0,180	−0,360	0	0	+0,640	−0,360	0
1 1/8	11	2,309	1,479	37,897	36,418	34,939	0	+0,180	−0,180	−0,360	0	0	+0,640	−0,360	0
1 1/4	11	2,309	1,479	41,910	40,431	38,952	0	+0,180	−0,180	−0,360	0	0	+0,640	−0,360	0
1 1/2	11	2,309	1,479	47,803	46,324	44,845	0	+0,180	−0,180	−0,360	0	0	+0,640	−0,360	0
1 3/4	11	2,309	1,479	53,746	52,267	50,788	0	+0,180	−0,180	−0,360	0	0	+0,640	−0,360	0
2	11	2,309	1,479	59,614	58,135	56,656	0	+0,180	−0,180	−0,360	0	0	+0,640	−0,360	0
2 1/4	11	2,309	1,479	65,710	64,231	62,752	0	+0,217	−0,217	−0,434	0	0	+0,640	−0,434	0
2 1/2	11	2,309	1,479	75,184	73,705	72,226	0	+0,217	−0,217	−0,434	0	0	+0,640	−0,434	0
2 3/4	11	2,309	1,479	81,534	80,055	78,576	0	+0,217	−0,217	−0,434	0	0	+0,640	−0,434	0
3	11	2,309	1,479	87,884	86,405	84,926	0	+0,217	−0,217	−0,434	0	0	+0,640	−0,434	0
3 1/2	11	2,309	1,479	100,330	98,851	97,372	0	+0,217	−0,217	−0,434	0	0	+0,640	−0,434	0
4	11	2,309	1,479	113,030	111,551	110,072	0	+0,217	−0,217	−0,434	0	0	+0,640	−0,434	0
4 1/2	11	2,309	1,479	125,730	124,251	122,772	0	+0,217	−0,217	−0,434	0	0	+0,640	−0,434	0
5	11	2,309	1,479	138,430	136,951	135,472	0	+0,217	−0,217	−0,434	0	0	+0,640	−0,434	0
5 1/2	11	2,309	1,479	151,130	149,651	148,172	0	+0,217	−0,217	−0,434	0	0	+0,640	−0,434	0
6	11	2,309	1,479	163,830	162,351	160,872	0	+0,217	−0,217	−0,434	0	0	+0,640	−0,434	0

[1]) U tenkostěnných součástí se tolerance vztahují k aritmetickému průměru dvou měření středního průměru ve dvou směrech na sebe kolmých.

Poznámky k tabulce ze strany 379:

1. Pro vnější závity jsou stanoveny dvě třídy přesnosti:
   - třída přesnosti A: pouze záporné úchylky stejné velikosti jako hodnoty tolerancí pro vnitřní závity
   - třída přesnosti B: hodnoty tolerancí jsou dvojnásobné oproti třídě A
2. Volba třídy přesnosti závisí na podmínkách použití
3. Vnitřní i vnější závity podle této normy jsou válcové, určené pro mechanické připojení fitinků, kohoutů, ventilů apod.
4. Tyto závity nejsou vhodné pro spojení, kde je třeba dosáhnout těsnosti v závitové části
5. Těsnosti se u těchto závitů dosahuje stlačením dvou těsnících ploch, mezi které se vloží vhodné těsnění
6. Délky zašroubování uvedené v následující tabulce norma ČSN ISO 228-1 neobsahuje, jsou převzaty z původní ČSN 01 4033.

Délky zašroubování

Závit	Délky zašroubování (mm)	
	normální (N)	dlouhá (L)
G 1/16 a G 1/8	přes 4 do 12	přes 12
G 1/4 a G 3/8	přes 5 do 16	přes 16
G 1/2 až G 7/8	přes 7 do 22	přes 22

Závit	Délky zašroubování (mm)	
	normální (N)	dlouhá (L)
G 1 až G 1 3/8	přes 10 do 30	přes 30
G 1 1/2 až G 3	přes 12 do 36	přes 36
G 3 1/4 až G 6	přes 13 do 40	přes 40

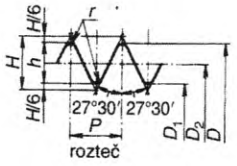
TRUBKOVÉ ZÁVITY PRO SPOJE TĚSNÍCÍ NA ZÁVITECH

Výběr z ČSN ISO 7-1
(01 4034)
Účinnost od 1. 7. 1996

Označení trubkového vnitřního závitu kuželového pro pravý závit velikosti 1 1/2:

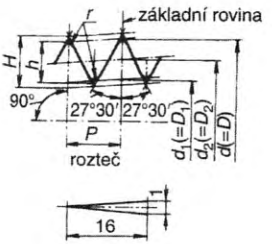
TRUBKOVÝ ZÁVIT ISO 7 – Rc 1 1/2

Válcový závit 1 1/2



$H = 0{,}960\,491P$ $h = 0{,}640\,327P$
$r = 0{,}137\,329P$

Kuželový závit 1 1/2



$H = 0{,}960\,237P$ $h = 0{,}640\,327P$
$r = 0{,}137\,278P$

Význam použitých symbolů

Rp	Vnitřní trubkový závit válcový pro spoje, kde je těsnosti dosahováno na závitech
Rc	Vnitřní trubkový závit kuželový pro spoje, kde je těsnosti dosahováno na závitech
R	Vnější trubkový závit kuželový pro spoje, kde je těsnosti dosahováno na závitech
P	Rozteč
H	Výška základního trojúhelníku profilu závitu ve směru kolmém k ose závitu
h	$= 0{,}640\,327P$; výška profilu závitu mezi zaoblenými hřbety a dny ve směru kolmém k ose závitu
r	Poloměr zaoblení hřbetů a den
D	Velký průměr vnitřního závitu v základní rovině
D_1	$D - 1{,}280\,654P$; malý průměr vnitřního závitu v základní rovině
D_2	$D - 0{,}640\,327P$; střední průměr vnitřního závitu v základní rovině
d	Velký průměr vnějšího závitu v základní rovině
d_1	$= d - 1{,}280\,654P$; malý průměr vnějšího závitu v základní rovině
d_2	$= d - 0{,}640\,327P$; střední průměr vnějšího závitu v základní rovině
T_1	Tolerance základní délky vnějšího závitu
T_2	Tolerance polohy základní roviny vnitřního závitu

Rozměry závitů

Rozměry v mm

Označení velikosti závitu	Počet rozteči na délce 25,4 mm	Rozteč	Výška profilu závitu	Průměry v základní rovině			Základní délka (vnější závit)					Tolerance polohy základní roviny vnitřního závitu		Nejmenší délka využitelného vnějšího závitu			Přídavek na montáž		Tolerance průměrů vnitřních válcových závitů
				Velký (základní)	Střední	Malý	jmenovitá	Tolerance $\pm T_1/2$		max.	min.	Tolerance $\pm T_2/2$		Pro jmenovitou základní délku	Pro největší základní délku	Pro nejmenší základní délku			
								[1])	Počet otáček závitu			[1])	Počet otáček závitu				[1])	Počet otáček závitu	
		P	h	d	d_2	d_1													
1/16	28	0,907	0,581	7,723	7,142	6,561	4,0	0,9	1	4,9	3,1	1,1	1 1/4	6,5	7,4	5,6	2,5	2 3/4	±0,071
1/8	28	0,907	0,581	9,728	9,147	8,566	4,0	0,9	1	4,9	3,1	1,1	1 1/4	6,5	7,4	5,6	2,5	2 3/4	±0,071
1/4	19	1,337	0,856	13,157	12,301	11,445	6,0	1,3	1	7,3	4,7	1,7	1 1/4	9,7	11,0	8,4	3,7	2 3/4	±0,104
3/8	19	1,337	0,856	16,662	15,806	14,950	6,4	1,3	1	7,7	5,1	1,7	1 1/4	10,1	11,4	8,8	3,7	2 3/4	±0,104
1/2	14	1,814	1,162	20,955	19,793	18,631	8,2	1,8	1	10,0	6,4	2,3	1 1/4	13,2	15,0	11,4	5,0	2 3/4	±0,142
3/4	14	1,814	1,162	26,441	25,279	24,117	9,5	1,8	1	11,3	7,7	2,3	1 1/4	14,5	16,3	12,7	5,0	2 3/4	±0,142
1	11	2,309	1,479	33,249	31,770	30,291	10,4	2,3	1	12,7	8,1	2,9	1 1/4	16,8	19,1	14,5	6,4	2 3/4	±0,180
1 1/4	11	2,309	1,479	41,910	40,431	38,952	12,7	2,3	1	15,0	10,4	2,9	1 1/4	19,1	21,4	16,8	6,4	2 3/4	±0,180
1 1/2	11	2,309	1,479	47,803	46,324	44,845	12,7	2,3	1	15,0	10,4	2,9	1 1/4	19,1	21,4	16,8	6,4	2 3/4	±0,180
2	11	2,309	1,479	59,614	58,135	56,656	15,9	2,3	1	18,2	13,6	2,9	1 1/4	23,4	25,7	21,1	7,5	3 1/4	±0,180
2 1/2	11	2,309	1,479	75,184	73,705	72,226	17,5	3,5	1 1/2	21,0	14,0	3,5	1 1/2	26,7	30,2	23,2	9,2	4	±0,216
3	11	2,309	1,479	87,884	86,405	84,926	20,6	3,5	1 1/2	24,1	17,1	3,5	1 1/2	29,8	33,3	26,3	9,2	4	±0,216
4	11	2,309	1,479	113,030	111,551	110,072	25,4	3,5	1 1/2	28,9	21,9	3,5	1 1/2	35,8	39,3	32,3	10,4	4 1/2	±0,216
5	11	2,309	1,479	138,430	136,951	135,472	28,6	3,5	1 1/2	32,1	25,1	3,5	1 1/2	40,1	43,6	36,6	11,5	5	±0,216
6	11	2,309	1,479	163,830	162,351	160,872	28,6	3,5	1 1/2	32,1	25,1	3,5	1 1/2	40,1	43,6	36,6	11,5	5	±0,216

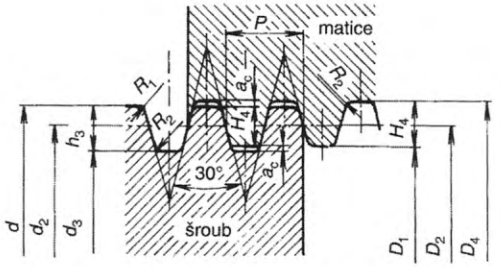
[1]) Informativní hodnoty tolerancí, vyjádřené v mm, jsou získány z počtu otáček závitu, vynásobeného odpovídající roztečí ze sloupce 3 a zaokrouhlené na 1 desetinné místo

Poznámky:

Délka v praxi využitelného závitu je dána součtem délek závitu s úplným i neúplným profilem, bez výběhu.
Nejmenší využitelná délka závitu nesmí být menší než je součet základní délky a přídavku na montáž.
Profily kuželového závitu jsou na hřbetech a dnech vybrání zaobleny stejnými poloměry, které navazují tečně na boky závitu tak, aby vznikla stejná výška závitu h, jako u závitů válcových.

LICHOBĚŽNÍKOVÝ ROVNORAMENNÝ JEDNOCHODÝ ZÁVIT

Výběr z ČSN 01 4050
Účinnost od 1. 3. 1991



$h_3 = H_4 = 0{,}5\,P + a_c$
$R_{1\,max} = 0{,}5a_c$
$R_{2\,max} = a_c$
a_c – vůle ve vrcholu závitu

Označení lichoběžníkového rovnoramenného jednochodého závitu o jmenovitém průměru $d = 48$ mm a roztečí $P = 8$ mm:

Tr 48 × 8

Rozměry v mm

Jmenovitý průměr závitu d	Rozteč P	Průměr závitu					Vůle ve vrcholu závitu a_c
		velký		střední	malý		
		d	D_4	$d_2 = D_2$	d_3	D_1	
8	1,5	8,000	8,300	7,250	6,200	6,500	0,15
	(2,0)	8,000	8,500	7,000	5,500	6,000	0,25
(9)	(1,5)	9,000	9,300	8,250	7,200	7,500	0,15
	(2,0)	9,000	9,500	8,000	6,500	7,000	0,25
10	1,5	10,000	10,300	9,250	8,200	8,500	0,15
	2,0	10,000	10,500	9,000	7,500	8,000	0,25
(11)	(2,0)	11,000	11,500	10,000	8,500	9,000	0,25
	(3,0)	11,000	11,500	9,500	7,500	8,000	0,25
12	2,0	12,000	12,500	11,000	9,500	10,000	0,25
	3,0	12,000	12,500	10,500	8,500	9,000	0,25
14	(2,0)	14,000	14,500	13,000	11,500	12,000	0,25
	3,0	14,000	14,500	12,500	10,500	11,000	0,25
16	2,0	16,000	16,500	15,000	13,500	14,000	0,25
	4,0	16,000	16,500	14,000	11,500	12,000	0,25
18	(2,0)	18,000	18,500	17,000	15,500	16,000	0,25
	4,0	18,000	18,500	16,000	13,500	14,000	0,25
20	2,0	20,000	20,500	19,000	17,500	18,000	0,25
	4,0	20,000	20,500	18,000	15,500	16,000	0,25
22	(2,0)	22,000	22,500	21,000	19,500	20,000	0,25
	(3,0)	22,000	22,500	20,500	18,500	19,000	0,25
	5,0	22,000	22,500	19,500	16,500	17,000	0,25
	(8,0)	22,000	23,000	18,000	13,000	14,000	0,25
24	(2,0)	24.000	24,500	23,000	21,500	22,000	0,25
	3,0	24,000	24,500	22,500	20,500	21,000	0,25
	5,0	24,000	24,500	21,500	18,500	19,000	0,25
	(8,0)	24,000	25,000	20,000	15,000	16,000	0,50

Pokračování

Rozměry v mm

Jmenovitý průměr závitu d	Rozteč P	Průměr závitu					Vůle ve vrcholu závitu a_c
		velký		střední	malý		
		d	D_4	$d_2 = D_2$	d_3	D_1	
26	(2,0)	26,000	26,500	25,000	23,500	24,000	0,25
	(3,0)	26,000	26,500	24,500	22,500	23,000	0,25
	5,0	26,000	26,500	23,500	20,500	21,000	0,50
	(8,0)	26,000	27,000	22,000	17,000	18,000	0,50
28	(2,0)	28,000	28,500	27,000	25,500	26,000	0,25
	3,0	28,000	28,500	26,500	24,500	25,500	0,25
	5,0	28,000	28,500	25,500	22,500	23,000	0,25
	(8,0)	28,000	29,500	24,000	19,000	20,000	0,50
30	3,0	30,000	30,500	28,500	26,500	27,000	0,25
	6,0	30,000	31,500	27,000	23,000	24,000	0,50
	(10,0)	30,000	31,000	25,000	19,000	20,000	0,50
32	3,0	32,000	32,500	30,500	28,500	29,000	0,25
	6,0	32,000	33,000	29,000	25,000	26,000	0,50
	(10,0)	32,000	33,000	27,000	21,000	22,000	0,50
34	(3,0)	34,000	34,500	32,500	30,500	31,000	0,25
	6,0	34,000	35,000	31,000	27,000	28,000	0,50
	(10,0)	34,000	35,000	29,000	23,000	24,000	0,50
36	3,0	36,000	36,500	34,500	32,500	33,000	0,25
	6,0	36,000	37,000	33,000	29,000	30,000	0,50
	(10,0)	36,000	37,000	31,000	25,000	26,000	0,50
38	(3,0)	38,000	38,500	36,500	34,500	35,000	0,25
	(6,0)	38,000	39,000	35,000	31,000	32,000	0,50
	7,0	38,000	39,000	34,500	30,000	31,000	0,50
	(10,0)	38,000	39,000	33,000	27,000	28,000	0,50
40	3,0	40,000	40,500	38,500	36,500	37,000	0,25
	6,0	40,000	41,000	37,000	33,000	34,000	0,50
	7,0	40,000	41,000	36,500	32,000	33,000	0,50
	(10,0)	40,000	41,000	35,000	29,000	30,000	0,50
42	(3,0)	42,000	42,500	40,500	38,500	39,000	0,25
	(6,0)	42,000	43,000	39,000	35,000	36,000	0,50
	7,0	42,000	43,000	38,500	34,000	35,000	0,50
	(10,0)	42,000	43,000	37,000	31,000	32,000	0,50
44	3,0	44,000	44,500	42,500	40,500	41,000	0.25
	7,0	44,000	45,000	40,500	36,000	37,000	0,50
	(8,0)	44,000	45,000	40,000	35,000	36,000	0,50
	(12,0)	44,000	45,000	38,000	31,000	32,000	0,50
46	(3,0)	46,000	46,500	44,500	42,500	43,000	0,25
	8,0	46,000	47,000	42,000	37,000	38,000	0,50
	(12,0)	46,000	47,000	40,000	33,000	34,000	0,50
48	(3,0)	48,000	48,500	46,500	44,500	45,000	0,25
	8,0	48,000	49,000	44,000	39,000	40,000	0,50
	(12,0)	48,000	49,000	42,000	35,000	36,000	0,50
50	(3,0)	50,000	50,500	48,500	46,500	47,000	0,25
	8,0	50,000	51,000	46,000	41,000	42,000	0,50
	(12,0)	50,000	51,000	44,000	37,000	38,000	0,50

Další jmenovité průměry: 52, od 55 do 100 po 5 mm, od 100 do 300 po 10 mm, od 300 do 640 po 20 mm. Jmenovité průměry 9 a 11 mm se v ČR nepoužívají. Přednostní rozteče jsou bez závorek.

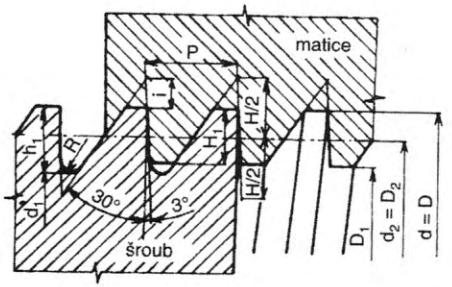
Tolerance průměrů rovnoramenného lichoběžníkového závitu

Druh závitu	Průměr závitu	Stupeň přesnosti	Základní úchylka
Vnější závit	d	4; 6	h
	d_2	6; 7; 8; 9	c; e; g
	d_3	6; 7; 8; 9	h
Vnitřní závit	D_4	tolerance se nestanoví	H
	D_2	6; 7; 8; 9	H
	D_1	4	H

6. stupeň přesnosti průměru d se smí používat jen pro závity tvářené (válcované).

LICHOBĚŽNÍKOVÝ NEROVNORAMENNÝ ZÁVIT

Výběr z ČSN 01 4052
Účinnost od 1. 1. 1968



$H = 1{,}5878\,P$ $\quad i = 0{,}4189\,P$
$H_1 = 0{,}75P$ $\quad R = 0{,}1242\,P$
$h_1 = 0{,}8677\,P$

Označení jednochodého nerovnoramenného lichoběžníkového závitu o průměru $d = 48$ mm a rozteči $P = 8$ mm:

S 48 × 8

Rozměry v mm

Rozteč P	h_1	H_1	Poloměr zaoblení R	Rozteč P	h_1	H_1	Poloměr zaoblení R
2	1,736	1,50	0,249	12	10,415	9	1,491
3	2,603	2,25	0,373	16	13,884	12	1,988
4	3,471	3,00	0,497	20	17,355	15	2,485
5	4,339	3,75	0,621	24	20,826	18	2,982
6	5,207	4,50	0,746	32	27,769	24	3,977
8	6,942	6,00	0,994	40	34,711	30	4,971
10	8,678	7,70	1,243	48	41,653	36	5,965

Přehled lichoběžníkových nerovnoramenných závitů

Jmenovitý průměr závitu			Rozteč P		
řada 1	řada 2	řada 3	hrubá	střední	jemná
10, 12, 16, 20	14, 18	–	–	–	2
25	22, 28	24, 26	8	5	2
32, 40	36	30, 34, 38, 42	10	6	3
50, 63	45, 56	44, 46, 48, 52, 55, 60	12	8	3
80	70	65, 75	16	10	4
100	90, 110	85, 95	20	12	5
125	140	120, 130, 150	24	16	6

Řada průměrů 1 je přednostní před řadou 2 a řada 2 před řadou 3.
Přednostní je střední rozteč.

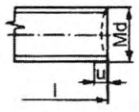
Základní rozměry lichoběžníkových nerovnoramenných závitů

Rozteč P	Průměr závitu		
	d_2	d_1	D_1
2	$d - 1{,}50$	$(d - 4) + 0{,}528$	$d - 3{,}0$
3	$d - 2{,}25$	$(d - 6) + 0{,}794$	$d - 5{,}0$
4	$d - 3{,}00$	$(d - 7) + 0{,}058$	$d - 6{,}0$
5	$d - 3{,}75$	$(d - 9) + 0{,}322$	$d - 7{,}5$
6	$d - 4{,}50$	$(d - 11) + 0{,}586$	$d - 9{,}0$
8	$d - 6{,}00$	$(d - 14) + 0{,}116$	$d - 12.0$
10	$d - 7{,}50$	$(d - 18) + 0{,}644$	$d - 15{,}0$
12	$d - 9{,}00$	$(d - 21) + 0{,}174$	$d - 18{,}0$
16	$d - 12{,}00$	$(d - 28) + 0{,}232$	$d - 24{,}0$
20	$d - 18{,}00$	$(d - 42) + 0{,}348$	$d - 36{,}0$

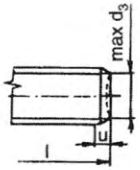
ŠROUBY

KONCE ŠROUBŮ S VNĚJŠÍM METRICKÝM ZÁVITEM ISO

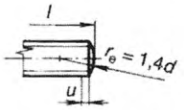
ČSN EN ISO 4753
(02 1031)
Účinnost od 1. 7. 2012



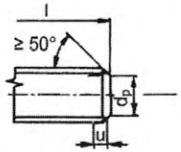
Konec bez sražení (RL)



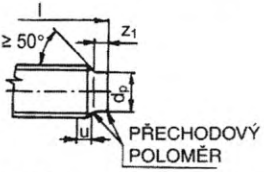
Konec se sražením (CH)



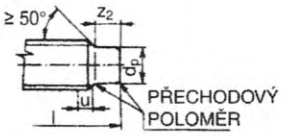
Zaoblený konec (RN)



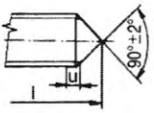
Plochý konec (FL)



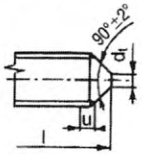
Krátký konec s osazením (SD)



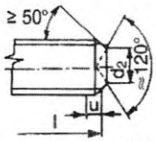
Dlouhý konec s osazením (LD)



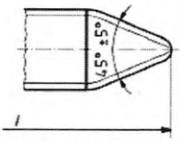
Kuželový konec (hrot) (CN)



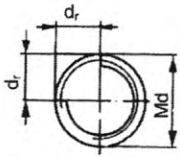
Tupý kuželový konec (TC)



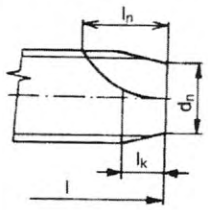
Konec s kuželovým důlkem (CP)



Závitový kuželový konec (CA)



Konec s břitem (SC)



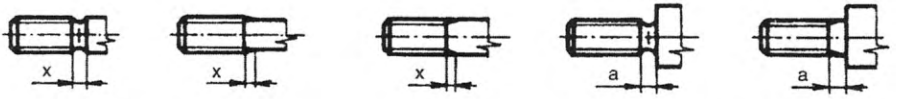
Rozměry v mm

Jmenovitý průměr závitu Md	d_p h14	d_t[1]) h16	d_z h14	z_1 +IT14 0	z_2 +IT14 0	Jmenovitý průměr závitu Md	d_p h14	d_t[1]) h16	d_z h14	z_1 +IT14 0	z_2 +IT14 0
M1,6	0,8	–	0,8	0,40	0,80	M18	13	5	13	5,00	10,00
M2,0	1,0	–	1,0	0,50	1,00	M22	17	6	15	5,50	11,00
M2,5	1,5	–	1,2	0,63	1,25	M24	18	6	16	6,00	12,00
M3	2,0	–	1,4	0,75	1,50	M27	21	8	–	6,70	13,50
M4	2,5	–	2,0	1,00	2,00	M30	23	8	–	7,50	15,00
M5	3,5	–	2,5	1,25	2,50	M33	26	10	–	8,20	16,50
M6	4,0	1,50	3,0	1,50	3,00	M36	28	10	–	9,00	18,00
M8	5,5	2,00	5,0	2,00	4,00	M39	30	12	–	9,70	19,50
M10	7,0	2,50	6,0	2,50	5,00	M42	32	12	–	10,50	21,00
M12	8,5	3,00	7,0	3,00	6,00	M45	35	14	–	11,20	22,50
M14	10,0	4,00	8,5	3,50	7,00	M48	38	14	–	12,00	24,00
M16	12	4	10	4,00	8,00	M52	42	16	–	13,00	26,00

Pro závit ≤ M5 může být plochá část zaoblena.

VÝBĚHY VNĚJŠÍHO METRICKÉHO ZÁVITU

Výběr z ČSN ISO 3508
(02 1033)
Účinnost od 1. 12. 1995



Válcovaný závit | Obráběný závit | Šrouby se závitem k hlavě

Rozměry v mm

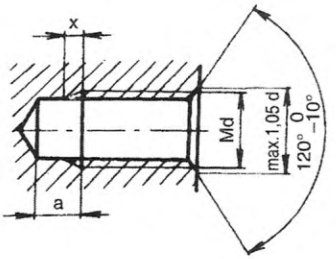
Rozteč závitu P	Závity s hrubou roztečí	Výběh				
		x max.		a max.		
		obvyklý $\approx 2{,}5P$	krátký $\approx 1{,}25P$	obvyklý $3P$	krátký $\approx 2P$	dlouhý $\approx 4P$
0,2	M0,8	0,5	0,25	0,6	0,4	0,8
0,25	M1, M1,2	0,6	0,3	0,75	0,5	1,0
0,3	M1,4	0,75	0,4	0,9	0,6	1,2
0,35	M1,6, M1,8	0,9	0,45	1,05	0,7	1,4
0,4	M2	1,0	0,5	1,2	0.8	1,6
0,45	M2,2, M2,5	1,1	0,6	1,35	0,9	1,8
0,5	M3	1,25	0,7	1,5	1,0	2,0
0,6	M3,5	1,5	0,75	1,8	1,2	2,4
0,7	M4	1,75	0,9	2,1	1,4	2,8
0,75	M4,5	1,9	1,0	2,25	1,5	3,0
0,8	M5	2,0	1,0	2,4	1,6	3,2
1	M6, M7	2,5	1,25	3,0	2,0	4,0
1,25	M8	3,2	1,6	4,0	2,5	5,0
1,5	M10	3,8	1,9	4,5	3,0	6,0
1,75	M12	4,3	2,2	5,3	3,5	7,0
2	M14, M16	5,0	2,5	6,0	4,0	8,0
2,5	M18, M20, M22	6,3	3,2	7,5	5,0	10,0
3	M24, M27	7,5	3,8	9,0	6,0	12,0
3,5	M30, M33	9,0	4,5	10,5	7,0	14,0
4	M36, M39	10,0	5,0	12,0	8,0	16,0
4,5	M42, M45	11,0	5,5	13,5	9,0	18,0
5	M48, M52	12,5	6,3	15,0	10,0	20,0
5,5	M56, M60	14,0	7,0	16,5	11,0	22,0
6	M64, M68	15,0	7,5	18,0	12,0	24,0

[1]) Výběhy $x \approx 1{,}25P$ se používají ve zvláštních případech, např. při omezených konstrukčních poměrech.

[2]) Hodnoty $a \approx 2P$ se používají u přesných šroubů se zářezem nebo křížovou drážkou v hlavě, hodnoty $a \approx 4P$ u šroubů hrubých.

VÝBĚHY VNITŘNÍHO METRICKÉHO ZÁVITU

Výběr z ČSN 02 1034
Účinnost od 1. 1. 1989



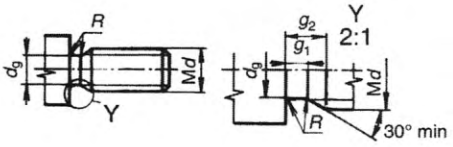
Rozměry v mm

Rozteč závitu P	Závity s hrubou roztečí	Výběh					
		obvyklý		krátký [1])		dlouhý	
		x max.	a min.	x max.	a min.	x max.	a min.
0,2	M0,8	0,4	1,6	0,3	1,0	0,8	2,0
0,25	M1; M1,2	0,5	1,8	0,3	1,2	1,0	2,5
0,3	M1,4	0,6	2,0	0,4	1,2	1,2	2,8
0,35	M1,6	0.7	2,2	0,4	1,5	1,4	3,2
0,4	M2	0,8	2,5	0,6	1,5	1,6	3,5
0,45	M2,5	0,9	3,0	0,6	2,0	1,8	4,0
0,5	M3	1,0	3,0	0,8	2,0	2,0	5,0
0,6	M3,5	1,2	3,5	0,8	2,5	2,4	5,5
0,7	M4	1,4	3,5	1,0	2,5	2,8	6,0
0,75	–	1,5	4,0	1,0	2,5	3,0	7,0
0,8	M5	1,6	4,0	1,2	2,5	3,2	8,0
1	M6	2,0	6,0	1,5	4,0	4,0	10,0
1,25	M8	2,5	8,0	1,8	4,0	5,0	12,0
1,5	M10	3,0	9,0	2,0	4,0	6,0	13,0
1,75	M12	3,5	11,0	2,5	5,0	7,0	16,0
2	M14, M16	4,0	11,0	3,0	5.0	8,0	16,0
2,5	M18, M20, M22	5,0	12,0	3,5	6,0	10,0	18,0
3	M24, M27	6,0	15,0	4,0	7,0	12,0	22,0
3,5	M30, M32	7,0	17,0	5,0	8,0	14,0	25,0
4	M36, M39	8,0	19,0	6,0	9,0	16,0	28,0
4,5	M42, M45	9,0	23,0	6,0	11,0	18,0	33,0
5	M48, M52	10,0	26,0	7,0	12,0	20,0	37,0
5,5	M56, M60	11,0	28,0	8,0	13,0	22,0	40,0
6	M64, M68	12,0	28,0	9,0	13,0	24,0	42,0

[1]) Krátké výběhy se používají jen výjimečně, např. při omezených konstrukčních poměrech.

DRÁŽKY VNĚJŠÍHO METRICKÉHO ZÁVITU

Výběr z ČSN ISO 4755
(02 1036)
Účinnost od 1. 9. 1997



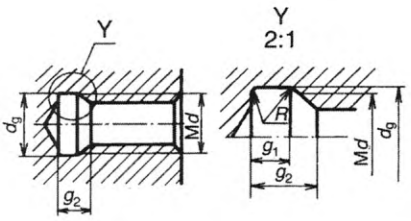
Rozměry v mm

Rozteč závitů P	Závity základní řady Md	d_g [1])	g_1 [3]) min.	g_2 [2]) $\approx 3P$ max.	$R \approx 0{,}5P$
0,25	M1; M1,2	$d - 0{,}4$	0,40	0,75	0,12
0,3	M1,4	$d - 0{,}5$	0,50	0,90	0,16
0,35	M1,6; M1,8	$d - 0{,}6$	0,60	1,05	0,16
0,4	M2	$d - 0{,}7$	0,60	1,20	0,20
0,45	M2,2; M2,5	$d - 0{,}7$	0,70	1,35	0,20
0,5	M3	$d - 0{,}8$	0,80	1,50	0,20
0,6	M3.5	$d - 1{,}0$	0,90	1,80	0,40
0,7	M4	$d - 1{,}1$	1,10	2,10	0,40
0,75	M4,5	$d - 1{,}2$	1,20	2,25	0,40
0,8	M5	$d - 1{,}3$	1,30	2,40	0,40
1	M6, M7	$d - 1{,}6$	1,60	3,00	0,60
1,25	M8	$d - 2{,}0$	2,00	3,75	0,60
1,5	M10	$d - 2{,}3$	2,50	4,50	0,80
1,75	M12	$d - 2{,}6$	3,00	5,25	1,00
2	M14, M16	$d - 3{,}0$	3,40	6,00	1,00
2,5	M18, M20, M22	$d - 3{,}6$	4,40	7,50	1,20
3	M24, M27	$d - 4{,}4$	5,20	9,00	1,60
3,5	M30, M33	$d - 5{,}0$	6,20	10,50	1,60
4	M36, M39	$d - 5{,}7$	7,00	12,00	2,00
4,5	M42, M45	$d - 6{,}4$	8,00	13,50	2,00
5	M48, M52	$d - 7{,}0$	9,00	15,00	2,50
5,5	M56, M60	$d - 7{,}7$	11,00	17,50	3,20
6	M64, M68	$d - 8{,}3$	11,00	18,00	3,20

[1]) U závitů s velkým průměrem do 3 mm platí pro průměr d_g mezní úchylky h12, u větších h13.
[2]) Dovolují se drážky s rozměrem $g_2 = 2{,}5P$ nebo $3{,}5P$.
[3]) g_1 min. vztaženo k minimálnímu přechodu pod úhlem 30°.

DRÁŽKY VNITŘNÍHO METRICKÉHO ZÁVITU

Výběr z ČSN 02 1037
Účinnost od 1. 1. 1989



$R \approx 0{,}5P$

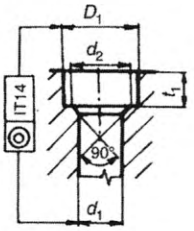
Rozměry v mm

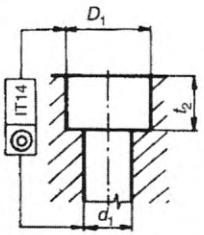
Rozteč závitu P	Závity s hrubou roztečí Md	Drážka					
		obvyklá		úzká		d_g H13	$R \approx 0{,}5P$
		$g_{1\,max}$	$g_{2\,min}$	$g_{1\,max}$	$g_{2\,min}$		
0,2	M0,8	0,8	1,2	0,5	0,9	$d + 0{,}1$	0,1
0,25	M1, M1,2	1,0	1,4	0,6	1	$d + 0{,}1$	0,12
0,3	M1,4	1,2	1,6	0,75	1,25	$d + 0{,}1$	0,15
0,35	M1,6	1,4	1,9	0,9	1,4	$d + 0{,}2$	0,17
0,4	M2	1,6	2,2	1,0	1,6	$d + 0{,}2$	0,20
0,45	M2,5	1,8	2,4	1,1	1,7	$d + 0{,}2$	0,22
0,5	M3	2,0	2.7	1,25	2	$d + 0{,}3$	0,25
0,6	M3,5	2,4	3,3	1,5	2,4	$d + 0{,}3$	0,3
0,7	M4	2,8	3,8	1,75	2,75	$d + 0{,}3$	0,35
0,75	M4,5	3,0	4	1,9	2,9	$d + 0{,}3$	0,4
0,8	M5	3,2	4,2	2,0	3	$d + 0{,}3$	0,4
1	M6	4,0	5,2	2,5	3,7	$d + 0{,}5$	0,5
1,25	M8	5,0	6,7	3,2	4,9	$d + 0{,}5$	0,6
1,5	M10	6,0	7,8	3,8	5,6	$d + 0{,}5$	0,75
1,75	M12	7,0	9,1	4,3	6,4	$d + 0{,}5$	0,9
2	M14, M16	8,0	10,3	5,0	7,3	$d + 0{,}5$	1,0
2,5	M18, M20, M22	10,0	13	6,3	9,3	$d + 0{,}5$	1,25
3	M24, M27	12,0	15,2	7,5	10,7	$d + 0{,}5$	1,5
3,5	M30, M32	14,0	17,7	9,0	12,7	$d + 0{,}5$	1,75
4	M36, M39	16,0	20	10,0	14	$d + 0{,}5$	2,0
4,5	M42, M45	18,0	23	11,0	10	$d + 0{,}5$	2,25
5	M48, M52	20,0	26	12,5	18,5	$d + 0{,}5$	2,5
5,5	M56, M60	22,0	28	14,0	20	$d + 0{,}5$	2,75
6	M64, M68	24,0	30	15,0	21	$d + 0{,}5$	3,0

VÁLCOVÉ ZAHLOUBENÍ PRO ŠROUBY SE ŠESTIHRANNOU HLAVOU A PRO ŠESTIHRANNÉ MATICE S PODLOŽKOU

Výběr z ČSN 02 1020
Účinnost od 1. 1. 1978

Zahloubení pro hlavu šroubu





Zahloubení pro matici
ČSN EN ISO 4032
s podložkou
ČSN EN ISO 7089 a 7090

Rozměry v mm

Závit šroubu M*d*	d_1		d_2	D_1	t_1	t_2		s
	H12	H13	max.	H14	min.	min.	max.	
M4	4,3	4,5	–	13	3,5	5	10	7
M5	5,3	5,5	–	15	4,5	6	11	8
M6	6,4	6,6	–	18	5	8	13	10
(M7)	7,4	7,6	–	20	6	9	19	11
M8	8,4	9	–	24	6,5	10	20	13
M10	10,5	11	11,7	28	8	12	22	17
M12	13	14	15	34	9	15	25	19
(M14)	15	16	17	36	10	17	27	22
M16	17	18	19	40	11,5	19	29	24
(M18)	19	20	21	43	13,5	21	31	27
M20	21	22	23	48	14,5	23	33	30
(M22)	23	24	26	53	15,5	25	35	32
M24	25	26	28	57	16,5	27	37	36
(M27)	28	30	34	60	18,5	30	40	41
M30	31	33	36	68	21	33	43	45
(M33)	34	36	39	75	23	35	45	50
M36	37	39	42	82	25	38	48	55
(M39)	40	42	45	90	27	41	51	60

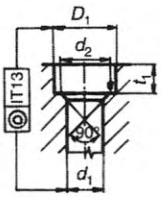
s – otvor klíče

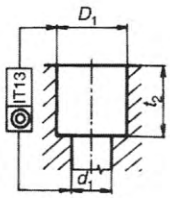
Řada průměrů děr je podle ČSN EN 20273 řada jemná s úchylkami H12 a řada střední s H13.
Drsnost povrchu zahloubení se volí podle charakteru výrobku.
Hodnoty v závorkách se nedoporučují.

VÁLCOVÉ ZAHLOUBENÍ PRO ŠROUBY S VÁLCOVOU HLAVOU

Výběr z ČSN 02 1024
Účinnost od 1. 1. 1978

Zahloubení pro hlavy šroubů bez podložky podle ČSN EN ISO 1207 – t_1
podle ČSN EN ISO 4762 – t_2





Zahloubení pro hlavy šroubů podle ČSN EN ISO 4762 s podložkou podle ČSN 02 1740 – t_3

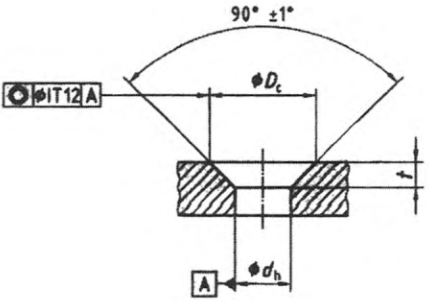
Rozměry v mm

Závit šroubu M*d*	d_1 H12	d_2 max.	D_1 H13	D_1 H14	t_1 min.	t_2 min.	t_3 min.
M2	2,2	–	4,3	–	1,6	–	–
M3	3,2	–	6	–	2,4	–	–
M4	4,3	–	8	–	3,2	4,6	5,8
M5	5,3	–	10	–	4	5,7	7,2
M6	6,4	–	11	–	4,5	6,8	8,3
M8	8,4	–	–	15	6	9	11
M10	10,5	11,7	–	18	7	11	13,5
M12	13	15	–	20	8	13	15,5
(M14)	15	17	–	24	9	15	18,2
M16	17	19	–	26	10,5	17,5	21
(M18)	19	21	–	30	11,5	–	–
M20	21	23	–	34	12,5	21,5	25
M24	25	28	–	40	–	25,5	31
M30	31	36	–	48	–	32	38
M36	37	42	–	57	–	38	45
M42	43	48	–	68	–	44	52

Řada průměrů děr je podle ČSN EN 20273 (02 1050) řada jemná s úchylkami H12 a řada střední s H13.
Drsnost povrchu zahloubení se volí podle charakteru výrobku.
Hodnoty v závorkách se nedoporučují.

KUŽELOVÁ ZAHLOUBENÍ PRO ŠROUBY SE ZÁPUSTNOU HLAVOU

Výběr z ČSN EN ISO 15065
(02 1035)
Účinnost od 1. 10. 2005



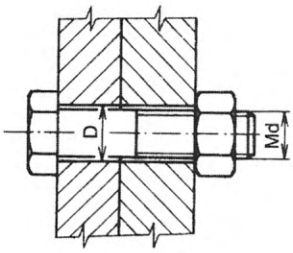
Rozměry v mm

Jmenovitá velikost	Závit		d_h[a]		D_c		t ≈
			minimální (jmenovitý)	maximální	minimální (jmenovitý)	maximální	
1,6	M1,6		1,80	1,94	3,6	3,7	0,95
2	M2	ST2,2	2,40	2,54	4,4	4,5	1,05
2,5	M2,5		2,90	3,04	5,5	5,6	1,35
3	M3	ST2,9	3,40	3,58	6,3	6,5	1,55
3,5	M3,5	ST3,5	3,90	4,08	8,2	8,4	2,25
4	M4	ST4,2	4,50	4,68	9,4	9,6	2,55
5	M5	ST4,8	5,50	5,68	10,40	10,65	2,58
5,5		ST5,5	6,00[b]	6,18	11,50	11,75	2,88
6	M6	ST6,3	6,60	6,82	12,60	12,85	3,13
8	M8	ST8	9,00	9,22	17,30	17,55	4,28
10	M10	ST9,5	11,0	11,27	20,0	20,3	4,65

[a] Díry pro šrouby podle ČSN EN ISO 20 273, střední řada, tolerance H13.
[b] Není specifikováno v ČSN EN ISO 20 273.

DÍRY PRO ŠROUBY

Výběr z ČSN EN 20273
(02 1050)
Účinnost od 1. 2. 1996



Rozměry v mm

Jmenovitý průměr závitu *Md*	Průměr díry *D*		
	Řada		
	jemná	střední	hrubá
1,0	1,1	1,2	1,3
1,2	1,3	1,4	1,5
1,4	1,5	1,6	1,8
1,6	1,7	1,8	2,0
1,8	2,0	2,1	2,2
2,0	2,2	2,4	2,6
2,5	2,7	2,9	3,1
3,0	3,2	3,4	3,6
3,5	3,7	3,9	4,2
4,0	4,3	4,5	4,8
4,5	4,8	5,0	5,3
5,0	5,3	5,5	5,8
6,0	6,4	6,6	7,0
7,0	7,4	7,6	8,0
8,0	8,4	9,0	10,0
10,0	10,5	11,0	12,0

Jmenovitý průměr závitu *Md*	Průměr díry *D*		
	Řada		
	jemná	střední	hrubá
12	13	13,5	14,5
14	15	15,5	16,5
16	17	17,5	18,5
18	19	20	21
20	21	22	24
22	23	24	26
24	25	26	28
27	28	30	32
30	31	33	35
33	34	36	38
36	37	39	42
39	40	42	45
42	43	45	48
45	46	48	52
48	50	52	56
52	54	56	62

Pokračování

Rozměry v mm

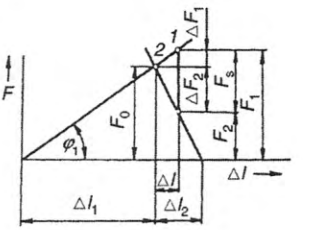
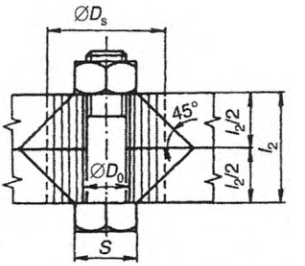
Jmenovitý průměr závitu Md	Průměr díry D		
	Řada		
	jemná	střední	hrubá
56	58	62	66
60	62	66	70
64	66	70	74
68	70	74	78
72	74	78	82
76	78	82	86
80	82	86	91
85	87	91	96
90	93	96	101

Jmenovitý průměr závitu Md	Průměr díry D		
	Řada		
	jemná	střední	hrubá
95	98	101	107
100	104	107	112
105	109	112	117
110	114	117	122
115	119	122	127
120	124	127	132
125	129	132	137
130	134	137	144
140	144	147	155

V případě nutnosti je velikost tolerančních polí řady jemné H12, střední H13 a hrubé H14.
K zamezení dosednutí přechodu pod hlavu šroubu na hranu díry se doporučuje srazit hranu díry.
Tolerance průměru díry D je uvedena, je-li velikost tolerančních polí požadována.

Výpočet šroubu

Název	Výpočet
Od osové síly F_Q	$\sigma = \frac{F_Q}{A_s}$ (MPa), $A_s = \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{d_2 + d_3}{2}\right)^2$ průřez šroubu (mm²), F_Q – osová síla (N), d_2 – střední průměr závitu šroubu (mm), d_3 – malý průměr závitu šroubu (mm).
Namáhání na krut účinkem utahovací (hnací) síly F	$\tau_k = \frac{F \cdot \frac{d_2}{2}}{\frac{\pi}{16} \cdot d_3^3}$ (MPa)
Namáhání hnacího šroubu na otlačení	$p = \frac{4F_Q}{i \cdot \pi \cdot (d^2 - D_1^2)} \leqq p_D$, p – tlak v závitech (MPa), p_D – dovolený tlak v závitech; viz tab. i – počet závitů matice ($i = m/P$) m – výška matice (mm), P – rozteč závitu (mm), D_1 – malý průměr závitu matice (mm)

Název	Výpočet
Při kombinovaném namáhání (tah + krut) je napětí ve šroubu	$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma^2 - 3\tau_k^2} \leqq \sigma_D$, σ_D je dovolené napětí v tahu
Šroub s předpětím: musí platit Hookův zákon pak v obr. 1 představuje přímka *1* charakteristiku šroubu a přímka *2* charakteristiku příruby Označení: F_0 — síla předepnutí spoje, Δl_1 — prodloužení šroubu způsobené silou F_0, Δl_2 — stlačení spojovaných součástí vyvolané silou F_0, F_s — provozní síla zatěžující spoj, Δl — prodloužení šroubu od síly F_s, ΔF_1 — vzrůst osové síly na šroubu vlivem síly F_s, ΔF_2 — pokles síly na přírubě vlivem síly F_s	 obr. 1  obr. 2
Celkové zatížení šroubu:	$F_1 = F_0 + \Delta F_1$.
Síla F_2 vyvolávající tlak ve spoji se volí dle vztahu	$F_2 = \psi F_s$ ψ = 0,2 až 1,2 (dle funkce spoje)
Potřebné předpětí spoje	$F_0 = \left(\frac{C_1}{C_1 + C_2} + \psi\right) . F_s$ (N) C_1, C_2 — deformační konstanty (mm/N)
Konstanta C_1 pro svorník	$C_1 = \frac{l_1}{E_1 . A_1} = \frac{1}{\text{tg}\ \varphi_1}$, l_1 — celková délka spojovaných částí + výška matice (mm) E_1 — modul pružnosti v tahu materiálu šroubu (MPa) $A_1 = \frac{\pi d_2^2}{4}$ — střední průřez závitu (mm^2), φ_1 — úhel sklonu přímky v obr. 1.

Pokračování

Název	Výpočet
Konstanta C_2 pro materiál spojovaných částí	$C_2 = \frac{l_2}{E_2 \cdot A_2}$ l_2 – délka spojovaných částí (mm), E_2 – modul pružnosti v tahu spojovaného materiálu (MPa) A_2 – plocha průřezu tzv. *tlakového dvojkužele* (obr. 2); $D_s = s + \frac{l_2}{2}$
Dynamicky namáhané šrouby průřez jádra šroubu zatíženého souměrně střídavě působící silou	$A \geqq F_a \cdot \frac{k}{\sigma_c} \cdot \frac{\beta}{\mu_p}$ F_a – amplituda síly působící na šroub k – součinitel bezpečnosti (volí se 1,5 až 3) $\frac{\beta}{\mu_p}$ – poměr vrubového a povrchového součinitele, σ_c – mez únavy při souměrném střídavém zatížení (MPa)

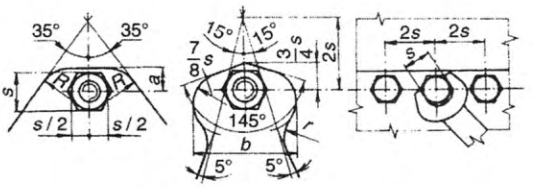
Materiál matice	Pevnostní třída šroubu ČSN EN ISO 898-1									
	3.6 (4A)	4.6 (4D)	4.8 (4S)	5.6 (5D)	5.8 (5S)	6.8 (6S)	8.8 (6G)	9.8 (8G)	10.9 (10K)	12.9 (12K)
	p_D (MPa)									
Ocel	40	50	75	70	90	110	120	150	200	250
Litina	25	30	45	40	55	70	80	90	125	150
Hliníkové slitiny	18	20	30	27	35	45	50	60	80	90

Hodnoty v závorkách odpovídají značení dle původní ČSN 02 1005.

PROSTOR POTŘEBNÝ PRO UŽITÍ KLÍČŮ NA ŠESTIHRANY

Výběr z ČSN 23 0605
Účinnost od 1. 1. 1966

Otevřené klíče

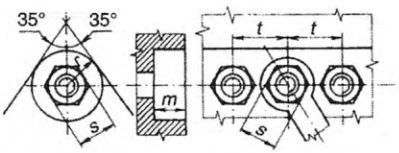


Tab. A: Prostor pro otevřené klíče podle ČSN ISO 4229 a ČSN ISO 10102 — Rozměry v mm

Otvor klíče s	$\frac{s}{2}$	$2s$	a	R $\frac{7}{8}s$	b	r	Otvor klíče s	$\frac{s}{2}$	$2s$	a	R $\frac{7}{8}s$	b	r
5,5	2,75	11	3,5	5	21	9,5	27	13,5	54	17	24	74	36
6	3	12	4	5,5	21	9,5	30	15	60	19	26,5	82	40
7	3,5	14	4,5	6,5	24	11	32	16	64	20	28	86	42
8	4	16	5	7	27	12,5	36	18	72	22,6	31,5	94	46
9*)	4,5	18	6	8	30	14	41	20,5	82	26	36	106	52
10	5	20	6,5	9	32	15	46	23	92	29	40,5	118	58
11	5,5	22	7	9,5	35	16,5	50	25	100	31,6	44	126	62
12	6	24	7,5	10,5	39	18,5	55	27,5	110	34,5	48,5	138	68
13	6,5	26	8	11,5	42	20	60	30	120	37,5	52,5	160	79
14*)	7	28	9	12,5	44	21	65	32,5	130	41	57	162	80
17	8,5	34	11	15	50	24	70	35	140	44	61,5	172	85
19	9,5	38	12	17	54	26	75	37,5	150	47	66	184	91
22	11	44	14	19,5	62	30	80	40	160	50	70	196	97
24	12	48	15	21	66	32							

*) Pro nové konstrukce se nepoužívá.

Zavřené klíče



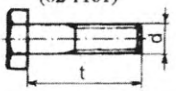
Tab. B: Prostor pro zavřené klíče podle ČSN 23 0630 — Rozměry v mm

Otvor klíče s	m	r	t	Otvor klíče s	m	r	t	Otvor klíče s	m	r	t
5,5	5	7	11	14*)	14	15	24	32	36	30	49
7	6	7	12	17	18	17	27	36	40	32	53
8	8	9	15	19	18	18	29	41	43	36	60
9*)	8	9	15	22	20	20	33	46	50	40	67
10	10	10	16	24	24	22	36	50	54	44	73
11	12	11	18	27	30	25	41	55	60	48	80
13	14	15	24	30	32	28	46	60	65	53	88

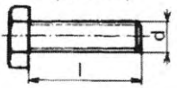
*) Pro nové konstrukce se nepoužívá.

PŘEHLED ŠROUBŮ A MATIC

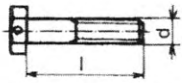
ČSN EN ISO 4014
(02 1101)



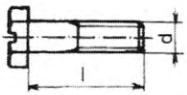
ČSN EN ISO 4017
(02 1108)



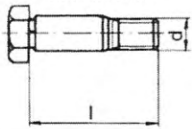
ČSN 02 1104



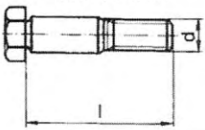
ČSN 02 1105



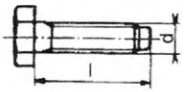
ČSN 02 1111



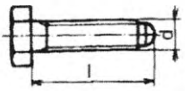
ČSN 02 1112



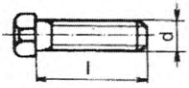
ČSN 02 1115



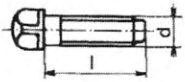
ČSN 02 1116



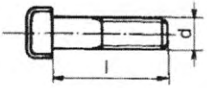
ČSN 02 1121



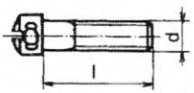
ČSN 02 1122



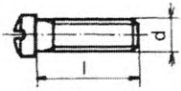
ČSN 02 1124



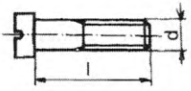
ČSN 02 1128



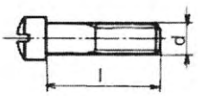
ČSN 02 1130



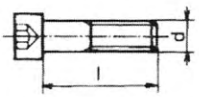
ČSN EN ISO 1207
(02 1131)



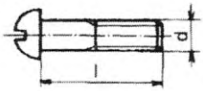
ČSN 02 1135



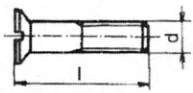
ČSN EN ISO 4762
(02 1143)



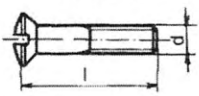
ČSN 02 1146



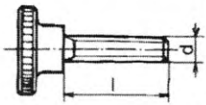
ČSN EN ISO 2009
(02 1151)



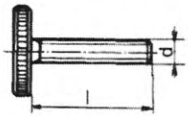
ČSN EN ISO 2010
(02 1155)



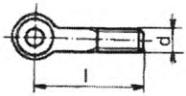
ČSN 02 1161



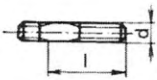
ČSN 02 1162



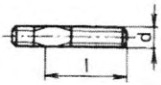
ČSN 02 1167



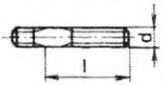
ČSN 02 1173



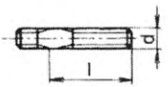
ČSN 02 1176



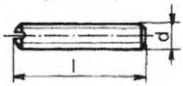
ČSN 02 1174



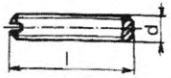
ČSN 02 1178



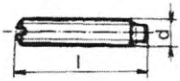
ČSN EN ISO 4766
(02 1181)



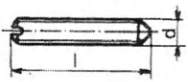
ČSN EN 27436
(02 1182)



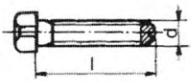
ČSN EN 27435
(02 1183)



ČSN EN 27434
(02 1185)

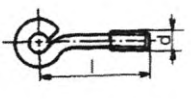


ČSN 02 1186

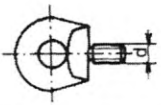


ČSN 02 1187

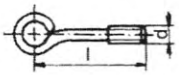
ČSN 02 1368



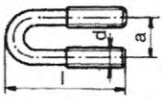
ČSN 02 1369



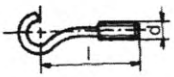
ČSN 02 1371



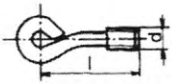
ČSN 02 1372



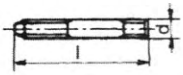
ČSN 02 1386



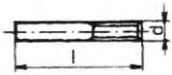
ČSN 02 1391



ČSN 02 1393



ČSN 02 1399



ČSN EN ISO 4032
(02 1401)

ČSN 02 1402

ČSN EN ISO 4035
(02 1403)

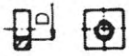
ČSN EN ISO 4036
(02 1407)

ČSN 02 1411

ČSN 02 1412

ČSN 02 1413

ČSN 02 1416



ČSN 02 1431

ČSN 02 1441

ČSN 02 1444

ČSN 02 1449

ČSN 02 1450

ČSN 02 1461

ČSN 02 1462

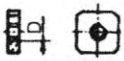
ČSN 02 1491

ČSN 02 1529

ČSN 02 1611

ČSN EN ISO 4034
(02 1601)

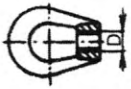
ČSN 02 1624



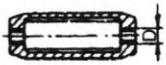
ČSN 02 1665

DO M10

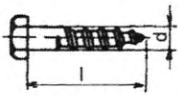
ČSN 02 1669



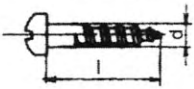
ČSN 02 1682



ČSN 02 1810

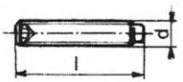


ČSN 02 1812

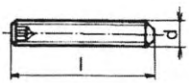


Pokračování

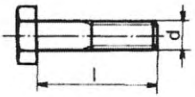
ČSN EN ISO 4028



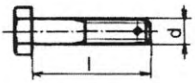
ČSN EN ISO 4027



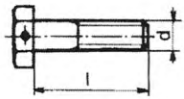
ČSN 02 1201



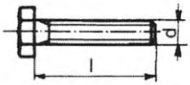
ČSN 02 1203



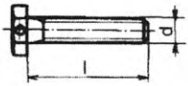
ČSN 02 1205



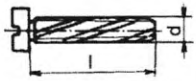
ČSN 02 1207



ČSN 02 1208

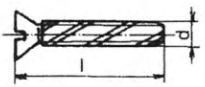


ČSN 02 1226

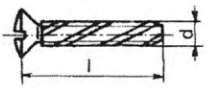


ČSN 02 1227

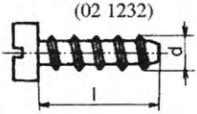
ČSN 02 1228



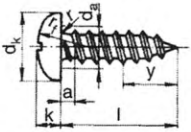
ČSN 02 1229



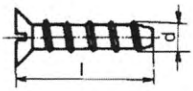
ČSN EN ISO 1481
(02 1232)



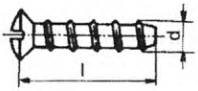
ČSN EN ISO 7049
(02 1235)



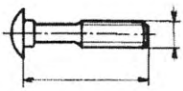
ČSN EN ISO 1482
(02 1236)



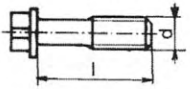
ČSN EN ISO 1483
(02 1238)



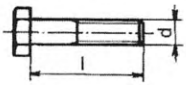
ČSN 02 1318



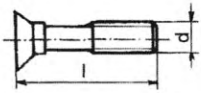
ČSN EN ISO 15071
(02 1102)



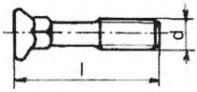
ČSN EN ISO 4016
(02 1301)



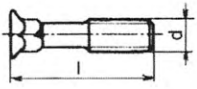
ČSN 02 1324



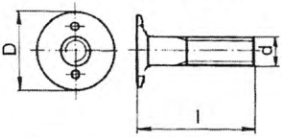
ČSN 02 1326



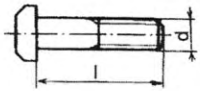
ČSN 02 1327



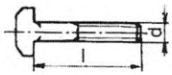
ČSN 02 1329



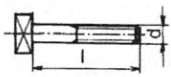
ČSN 02 1341



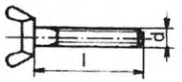
ČSN 02 1343



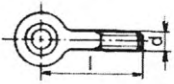
ČSN 02 1352



ČSN 02 1365



ČSN 02 1367



VÝCHOZÍ MATERIÁLY PRO ŠROUBY A MATICE

Výběr z ČSN 02 1010
Účinnost od 1. 3. 1982

Dřívější značka	První doplňková číslice	Třída pevnosti		Tvářené		Soustružené
				zatepla	zastudena	
4P	0	4	04	10 370 11 373	10 370	
5D	1	5	04	11 500		11 500
5S	2	5	04		11 320	11 109 11 110
6S	3	6	–			
8E	4	8	06			14 240
8G	5	8	06		12 040	13 240
10G	6	10	06			
10K	7			14 240	14 240	14 240 15 230
Mosaz	8				42 3213	42 3223
Podle zvl. ujednání	9					

TOLERANCE SPOJOVACÍCH SOUČÁSTÍ
ŠROUBY A MATICE S PRŮMĚRY ZÁVITŮ OD 1,6 mm DO 150 mm

Výběr z ČSN EN ISO 4759-1
(02 1014)
Účinnost od 1. 12. 2001

Toleranční pole pro vnější rozměry

Rozměry v mm

Jmenovitý rozměr		Toleranční pole								
přes	do	h13	h14	h15	h16	h17	js14	js15	js16	js17
	3	0 −0,14	0 −0,25	0 −0,40	0 −0,60	0 −1,00	±0,125	±0,20	±0,30	±0,50
3	6	0 −0,18	0 −0,30	0 −0,48	0 −0,75	0 −1,20	±0,15	±0,24	±0,375	±0,60
6	10	0 −0,22	0 −0,36	0 −0,58	0 −0,90	0 −1,50	±0,18	±0,29	±0,45	±0,75
10	18	0 −0,27	0 −0,43	0 −0,70	0 −1,10	0 −1,80	±0,215	±0,35	±0,55	±0,90
18	30	0 −0,33	0 −0,52	0 −0,84	0 −1,30	0 −2,10	±0,26	±0,42	±0,65	±1,05
30	50	0 −0,39	0 −0,62	0 −1,00	0 −1,60	0 −2,50	±0,31	±0,50	±0,80	±1,25
50	80	0 −0,46	0 −0,74	0 −1,20	0 −1,90	0 −3,00	±0,37	±0,60	±0,95	±1,50
80	120	0 −0,54	0 −0,87	0 −1,40	0 −2,20	0 −3,50	±0,435	±0,70	±1,10	±1,75
120	180	0 −0,63	0 −1,00	0 −1,60	0 −2,50	0 −4,00	±0,50	±0,80	±1,25	±2,00
180	250	0 −0,72	0 −1,15	0 −1,85	0 −2,90	0 −4,60	±0,575	±0,925	±1,45	±2,30
250	315	0 −0,81	0 −1,30	0 −2,10	0 −3,20	0 −5,20	±0,65	±1,05	±1,60	±2,60
315	400	0 −0,89	0 −1,40	0 −2,30	0 −3,60	0 −5,70	±0,70	±1,15	±1,80	±2,85
400	500	0 −0,97	0 −1,55	0 −2,50	0 −4,00	0 −6,30	±0,775	±1,25	±2,00	±3,15

Toleranční pole pro vnitřní rozměry

Rozměry v mm

Jmenovitý rozměr		Toleranční pole											
přes	do	C13	C14	D9	D10	D11	D12	EF8	E11	E12	H14	H15	JS9	K9
	3	+0,20 +0,06	+0,31 +0,06	+0,045 +0,020	+0,060 +0,020	+0,080 +0,020	+0,12 +0,02	+0,024 +0,010	0,74 0,014	+0,100 +0,014	+0,25 0	+0,40 0	±0,012 5	0 −0,025
3	6	+0,24 +0,06	+0,37 +0,07	+0,060 +0,030	+0,78 +0,030	+0,115 +0,030	+0,15 +0,03	+0,028 +0,014	0,095 0,020	+0,140 +0,020	+0,30 0	+0,48 0	±0,015	0 −0,030
6	10					+0,130 +0,040	+0,19 +0,04	+0,040 +0,018	+0,115 +0,025	+0,175 +0,025	+0,36 0	+0,58 0	±0,018	0 −0,036
10	18						+0,2 +0,05		+0,142 +0,032	+0,212 +0,032	+0,43 0	+0,70 0		
18	30						+0,275 +0,065				+0,52 0	+0,84 0		
30	50						+0,33 +0,08				+0,62 0	+1,00 0		
50	80						+0,40 +0,10				+0,74 0	+1,20 0		
80	120						+0,47 +0,12				+0,87 0	+1,40 0		
120	180										+1,00 0	+1,60 0		
180	250										+1,15 0	+1,85 0		
250	315										+1,30 0	+2,10 0		
315	400										+1,40 0	+2,30 0		
400	500										+1,55 0	+2,50 0		

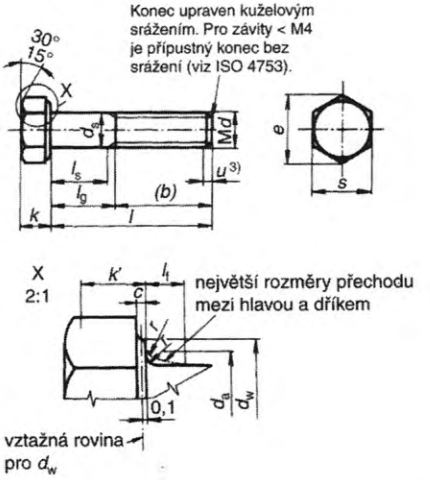
ŠROUBY SE ŠESTIHRANNOU HLAVOU S NORMÁLNÍ A REDUKOVANOU HLADKOU ČÁSTÍ DŘÍKU

Výrobní třída A, B, C

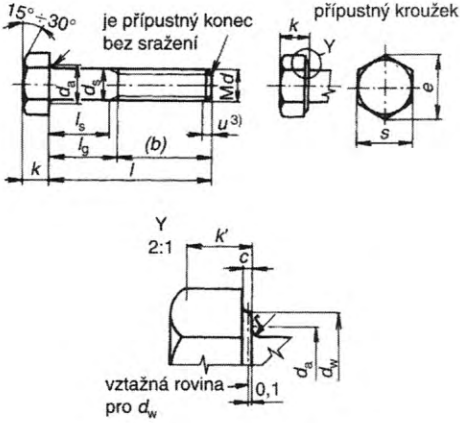
Výběr z ČSN EN 24015 (02 1101)
Účinnost od 1. 4. 1995
ČSN EN ISO 4014, 4016, 8765
(02 1101, 02 1301, 02 1103)
Účinnost od 1. 10. 2011

Závit šroubu *Md*	*P*	Rozměry																						
		b			*c*		d_a max		d_b		d_w		e_{min}		*k*	*R*	*s*	$l_{jmen.}$						
																		A		B		C	
		[1]	[2]	[3]	min.	max.	A, B	C	jmen.	red.	A	B, C	A	B, C	jmen.	min.	jmen.	od	do	od	do	od	do
M1,6	0,35	9			0,10	0,25	2,0		1,6		2,27		3,41		1,1	0,10	3,2	12	16				
M2	0,40	10			0,10	0,25	2,6		2,0		3,07		4,32		1,4	0,10	4,0	16	20				
M2,5	0,45	11			0,10	0,25	3,1		2,5		4,07		5,45		1,7	0,10	5,0	16	25				
M3	0,50	12			0,15	0,40	3,6		3,0	2,6	4,47	4,40	6,01	5,98	2,0	0,10	5,5	20	30	20	30		
M3,5	0,60	13			0,15	0,40	4,1		3,5		5,07		6,58		2,4	0,10	6,0	20	35				
M4	0,70	14			0,15	0,40	4,7		4,0	3,5	5,88	5,70	7,66	7,50	2,8	0,20	7,0	25	40	20	40		
M5	0,80	16			0,15	0,50	5,7	6,0	5,0	4,4	6,88	6,74	8,79	8,63	3,5	0,20	8,0	25	50	25	50	25	50
M6	1,00	18			0,15	0,50	6,8	7,2	6,0	5,3	8,88	8,74	11,05	10,89	4,0	0,25	10,0	30	60	25	60	30	60
M8	1,25	22	28		0,15	0,60	9,2	10,2	8,0	7,1	11,63	11,47	14,38	14,20	5,3	0,40	13,0	40	80	30	80	40	80
M10	1,50	26	32		0,15	0,60	11,2	12,2	10,0	8,9	14,63	14,47	17,77	17,59	6,4	0,40	16,0	45	100	40	100	45	100
M12	1,75	30	36		0,15	0,60	13,7	14,7	12,0	10,7	16,63	16,47	20,03	19,85	7,5	0,60	18,0	50	120	45	120	55	120
M14	2,00	34	40		0,15	0,60	15,7	16,7	14,0	12,5	19,37	19,15	23,36	22,78	8,8	0,60	21,0	60	140	50	140	60	140
M16	2,00	38	44		0,20	0,80	17,7	18,7	16,0	14,5	22,49	22,00	26,75	26,17	10,0	0,60	24,0	65	150	55	160	65	160
M18	2,50	42	48		0,20	0,80	20,2	21,2	18,0		25,34	24,85	30,14	29,56	11,5	0,60	27,0	70	150	70	180	80	180
M20	2,50	46	52		0,20	0,80	22,4	24,4	20,0	18,2	28,19	27,70	33,53	32,95	12,5	0,80	30,0	80	150	65	200	80	200
M22	2,50	50	56	69	0,20	0,80	24,4	26,9	22,0		31,71	31,35	37,72	37,29	14,0	0,80	34,0	90	150	160	220	90	220
M24	3,00	54	60	73	0,20	0,80	26,4	28,4	24,0		33,61	33,25	39,98	39,55	15,0	0,80	36,0	90	150	160	240	100	240
M27	3,00	60	66	79	0,20	0,80	30,4	32,4	27,0			38,00		45,20	17,0	1,00	41,0			100	260	110	260
M30	3,50	66	72	85	0,20	0,80	33,4	35,4	30,0			42,75		50,85	18,7	1,00	46,0			110	300	120	300
M33	3,50		78	91	0,20	0,80	36,4	38,4	33,0			46,55		55,37	21,0	1,00	50,0			130	320	130	320
M36	4,00		84	97	0,20	0,80	39,4	42,4	36,0			51,11		60,79	22,5	1,00	55,0			140	360	140	360
M39	4,00		90	103	0,30	1,00	42,4	45,4	39,0			55,86		66,44	25,0	1,00	60,0			150	380	150	400
M42	4,50		96	109	0,30	1,00	45,6	48,6	42,0			59,95		71,30	26,0	1,20	65,0			160	440	180	420
M45	4,50		102	115	0,30	1,00	48,6	52,6	45,0			64,70		76,95	28,0	1,20	70,0			180	440	180	440
M48	5,00		108	121	0,30	1,00	52,6	56,6	48,0			69,45		82,60	30,0	1,60	75,0			180	480	200	480
M52	5,00		116	129	0,30	1,00	56,6	62,6	52,0			74,20		88,25	33,0	1,60	80,0			200	480	200	500
M56	5,50			137	0,30	1,00	63,0	67,0	56,0			78,66		93,56	35,0	2,00	85,0			200	500	240	500
M60	5,50			145	0,30	1,00	67,0	71,0	60,0			83,41		99,21	38,0	2,00	90,0			240	500	240	500
M64	6,00			153	0,30	1,00	71,0	75,0	64,0			88,16		104,86	40,0	2,00	95,0			260	500	260	500

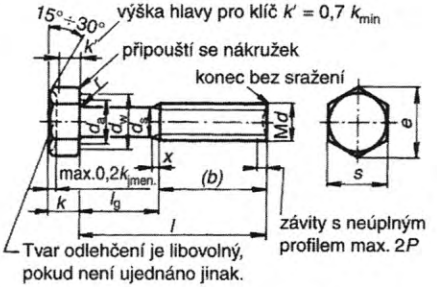
ČSN EN ISO 4014
(02 1101)



ČSN EN ISO 4016
(02 1301)



ČSN EN 24015
(02 1101)



u^3) – závity s neúplným profilem max. 2*P*

Neúplné závity u = max. 2*P*

Označení šroubu se šestihrannou hlavou, se závitem M12, s délkou l = 80 mm, pevnostní třídy 8.8, bez úpravy povrchu:

ŠROUB M12 × 80 ISO 4014 – 8.8

◀ Půltučně vytištěné závity šroubů jsou doporučené
A, B, C – výrobní třídy šroubů

[1]) Pro délky šroubů $l \leqq 125$ mm [2]) Pro délky šroubů l = 125 až 200 mm [3]) Pro délky šroubů $l > 200$ mm

Značení rozměrů: M*d* – jmenovitý průměr závitu, *P* – rozteč závitu, *b* – délka závitu, *c* – výška osazení, d_a – vnitřní průměr dosedací plochy, d_s – průměr dříku bez závitu, $d_{s\,red}$ – průměr dříku bez závitu redukovaný, d_w – vnější průměr dosedací plochy, *e* – rozměr přes hrany, *k* – výška hlavy, *R* – poloměr pod hlavou, *s* – rozměr pro klíč, *l* – jmenovitá délka šroubu

Tolerance rozměrů (ČSN ISO 4759-1) [02 1014]

Rozměry	Výrobní třída A	Výrobní třída B	Výrobní třída C
Přesnost výroby: dřík + dosedací plocha jiné prvky	 běžná běžná	 běžná hrubá	 hrubá hrubá
d	6g	6g	8g
d_s	h 13	h 14	$\pm$IT 15
k	js 14	js 15	js 16 pro $k < 10$ js 17 pro $k \geqq 10$
s	h 13 pro $s \leqq 30$ mm h 14 pro $s \geqq 34$ mm	h 14 pro $s \leqq 18$ mm h 15 pro $21 \leqq s \leqq 60$ mm h 16 pro $s \geqq 65$ mm	
l	js 15 js 16 pro obráběné šrouby s $l > 50$ mm	js 17	js 17 pro $l \leqq 150$ 2js 17 pro $l > 150$

Technické podmínky

Parametr	Šrouby se šestihrannou hlavou		
	ČSN EN ISO 4014	ČSN EN 24015	ČSN EN ISO 4016
Rozsah d	M 1,6 až M 64	M 3 až M 20	M 5 až M 64
Rozsah l	12 až 500 mm	20 až 150 mm	25 až 500 mm
Výrobní třída (ČSN ISO 4759-1)	A pro $d \leqq 24$ mm a $l \leqq 10$ d B pro $d > 24$ mm a $l > 10$ d	B	C
Pevnostní třída (ČSN ISO 20898-1)	$d < 3$ mm a $d > 39$ mm dle dohody, 3 mm $\leqq d \leqq$ 39 mm: 5.6, 8.8, 10.9	5.8, 6.8, 8.8	3.6, 4.6, 4.8

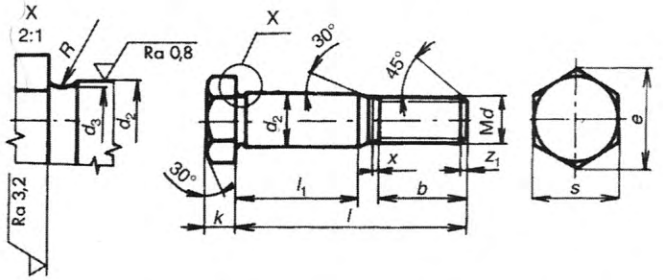
Délky šroubů l podle ČSN 02 11 . .: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 35, dále po 5 mm do 100 mm, přes 100 mm po 10 mm. V automobilovém a leteckém průmyslu lze používat délek končících na 2 až 8 až do 70 mm a délek končících na 5 až do 130 mm.

Délky šroubů l podle ČSN 02 1115 a ČSN 02 1116: 12, 15, 18, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120, 140, 160, 180, 200 mm.

Délky šroubů hrubých podle ČSN 02 13 . .: 16, 18, 20, 25 atd. po 5 mm do 80 mm, do 200 mm po 10 mm.

LÍCOVANÉ ŠROUBY S DLOUHÝM A KRÁTKÝM ZÁVITEM

Výběr z ČSN 02 1111 a 02 1112
Účinnost od 1. 11. 2003



Označení lícovaného šroubu s dlouhým (krátkým) závitem M12, s délkou dříku l = 60 mm, z oceli třídy pevnosti 8.8, bez úpravy povrchu:

ŠROUB M12 × 60 ČSN 02 1111-8.8 (02 1112.50)

Rozměry v mm

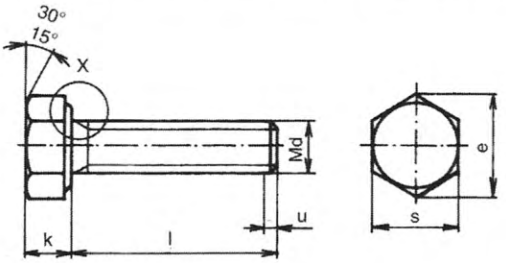
Závit šroubu M*d*	ČSN 02 1111			ČSN 02 1112			d_2n6	*k*	*s*	*e*	*R*	d_3	*l*
	b			*b*									
	[1])	[2])	[3])	[1])	[2])	[3])							
M10	16	18	–	13	15	–	11	7	16	18,5	1,0	10,6	28 až 100
M12	19	21	–	14	16	–	13	8	18	20,8	1,0	12,6	30 až 120
(M14)	20	22	–	15	17	–	15	9	21	24,2	1,0	14,6	32 až 120
M16	23	25	–	17	19	–	17	10	24	27,7	1,0	16,6	35 až 150
(M18)	25	27	–				19	12	27	31,2	1,0	18,6	45 až 150
M20	26	28	33	20	22	27	21	13	30	34,6	1,6	20,4	50 až 180
(M22)	29	31	36				23	14	34	39,2	1,6	22,4	50 až 180
M24	–	33	38	–	25	30	25	15	36	41,6	1,6	24,4	55 až 200
(M27)	–	35	40				28	17	41	47,3	1,6	27,4	65 až 200
M30	–	38	43	–	30	35	32	19	46	53,1	1,6	31,4	70 až 200
(M33)	–	41	46				34	21	50	57,7	2,5	37,4	75 až 200
M36 × 3	–	44	49	–	35	40	38	23	55	63,5	2,5	39,4	80 až 200

[1]) Pro délky $l \leqq 50$ mm, [2]) pro délky $50 < l \leqq 150$ mm, [3]) pro délky $l > 150$ mm, z_1 viz str. 394, *x* viz str. 395, 396.
Délky: 28, 30, 32, 35 ... (po 5) ... 120, ... (po 10) ... 200 mm
Mezní úchylky průměru díry pro šroub: H7
1. doplňková číslice – třída pevnosti materiálu: 1 – 5.6, 5 – 8.8
Úprava povrchu viz str. 418

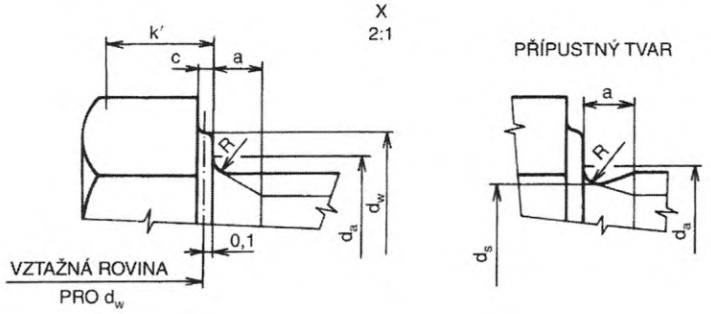
ŠROUBY S ŠESTIHRANNOU HLAVOU SE ZÁVITEM V HLAVĚ

– výrobní třída A, B; s jemnou roztečí; výrobní třída C

Výběr z	Účinnost od
ČSN EN ISO 4017 (02 1108)	1. 8. 2015
ČSN EN ISO 8676 (02 1109)	1. 12. 2011
ČSN EN ISO 4018 (02 1303)	1. 10. 2011



Neúplné závity u = max. $2P$



Označení šroubu se šestihrannou hlavou se závitem M12, s délkou l = 80 mm, pevnostní třídy 8.8 (4.8):
ŠROUB M12 × 80 ISO 4017 – 8.8

Označení šroubu se šestihrannou hlavou se závitem M12 × 1,5, s délkou l = 80 mm, pevnostní třídy 8.8:
ŠROUB M12 × 1,5 × 80 ISO 8676 – 8.8

Rozměry v mm

Závit šroubu M*d*	*a*		Jmenovitá délka šroubu *l*					
			A		B		C	
	max.	min	od	do	od	do	od	do
M1,6	1,05	0,35	2	16				
M2	1,20	0,40	4	20				
M2,5	1,35	0,45	5	25				
M3	1,50	0,50	6	30				
M3,5	1,80	0,68	8	35				
M4	2,10	0,70	8	40				
M5	2,40	0,80	10	50			10	50
M6	3,00	1,00	12	60			12	60

U šroubů třídy C je hlava obvykle bez nákružku; d_s – střední průměr závitu

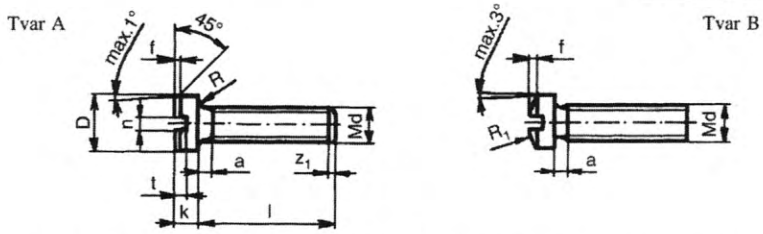
Rozměry v mm

Závit šroubu *Md*	*a*		Jmenovitá délka šroubu *l*					
			A		B		C	
	max.	min.	od	do	od	do	od	do
M8	4,00	1,25	16	80			16	80
M8 × 1	3,00	1,00	16	80				
M10	4,50	1,50	20	100			20	100
M10 × 1	3,00	1,00	20	100				
M10 × 1,25	4,00	1,25	20	100				
M12	5,30	1,75	25	120			25	120
M12 × 1,5	4,50	1,50	25	120				
M12 × 1,25	4,00	1,25	25	120				
M14	6,00	2,00	30	140			30	140
M14 × 1,5	4,50	1,50	30	140				
M16	6,00	2,00	30	150	160	200	30	160
M16 × 1,5	4,50	1,50	35	150	160	200		
M18	7,50	2,50	25	150	160	200	35	160
M18 × 1,5	4,50	1,50	35	150	160	180		
M20	7,50	2,50	40	150	160	200	40	200
M20 × 1,5	6,00	2,00	40	150	160	200		
M20 × 2	4,50	1,50	40	150	160	200		
M22	7,50	2,50	45	150	160	200	45	220
M22 × 1,5	4,50	1,50	45	150	160	200		
M24	9,00	3,00	50	150	160	200	50	240
M24 × 2	6,00	2,00	40	150	160	200		
M27	9,00	3,00			55	200	55	280
M27 × 2	6,00	2,00			55	260		
M30	10,50	3,50	60	150	60	200	60	300
M30 × 2	6,00	2,00			40	200		
M33	10,50	3,50			65	200	65	360
M33 × 2	6,00	2,00			65	360		
M36	12,00	4,00	70	150	70	200	70	360
M36 × 3	9,00	3,00			40	200		
M39	12,00	4,00			80	200	80	400
M39 × 3	9,00	3,00			80	380		
M42	13,50	4,50	80	150	80	200	80	420
M42 × 3	9,00	3,00			90	420		
M45	13,50	4,50			90	200	90	440
M45 × 3	9,00	3,00			100	440		
M48	15,00	5,00	100	150	100	200	100	480
M48 × 3	9,00	3,00			100	480		
M52	15,00	5,00			100	200	100	500
M52 × 4	12,00	4,00			100	500		
M56	16,50	5,50	110	150	110	200	110	500
M56 × 4	12,00	4,00			120	500		
M60	16,50	5,50			120	200	120	500
M60 × 4	12,00	4,00			120	500		
M64	18,00	6,00	120	150	120	200	120	500
M64 × 4	12,00	4,00			130	500		

a — vzdálenost od posledního plného závitu k dosedací ploše
Půltučně vytištěné rozměry závitu jsou doporučené

ŠROUBY S MALOU VÁLCOVOU HLAVOU

Výběr z ČSN 02 1130
Účinnost od 1. 7. 1988



Označení šroubu s malou válcovou hlavou, se závitem M5, s délkou l = 16 mm, třídy pevnosti 5.8, bez úpravy povrchu:

ŠROUB M5 × 16 ČSN 02 1130.20

Rozměry v mm

Závit šroubu Md	Rozměry										Délka šroubu l
	D	k	n			t		R max.	R_1	f	
			jmen.	min.	max.	min.	max.				
M2,5	3,5	1,6	0,50	0,56	0,7	0,75	0,95	0,1	6,0	0,3	5 až 10
M3	4,0	1,8	0,60	0,66	0,8	0,90	1,15	0,1	6,5	0,3	6 až 12
M3,5	4,5	2,0	0,60	0,66	0,8	1,00	1,30	0,1	7,0	0,4	7 až 14
M4	5,5	2,4	0,80	0,86	1,0	1,20	1,50	0,2	8,0	0,5	8 až 16
M5	6,5	2,7	0,80	0,86	1,0	1,30	1,60	0,2	9,0	0,6	9 až 18

Rozměr a viz ČSN ISO 3508 (02 1033), rozměr z_1 viz ČSN ISO 4753 (02 1031)
Metrický závit je podle ČSN ISO 262
Tvar A se vyrábí soustružením, tvar B tvářením zastudena

Význam první doplňkové číslice

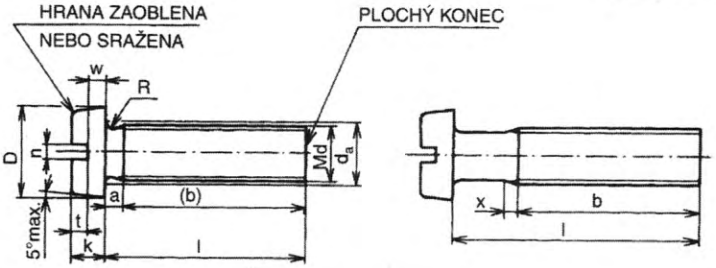
První doplňková číslice	Třída pevnosti materiálu	První doplňková číslice	Třída pevnosti materiálu
2 8	5,8 mosaz	9	podle zvláštního předpisu

Význam druhé doplňkové číslice

Druhá doplňková číslice	Úprava povrchu	Druhá doplňková číslice	Úprava povrchu
0	bez úpravy	6	mosazení
2	černění	7	niklování
3	fosfátování	8	chromování
4	kadmiování	9	podle zvláštního předpisu
5	zinkování		

ŠROUBY S NÍZKOU VÁLCOVOU HLAVOU S DRÁŽKOU

Výběr z ČSN EN ISO 1207
(02 1131)
Účinnost od 1. 4. 2012



Označení šroubu s válcovou hlavou se závitem M5, s délkou l = 20 mm, pevnostní třídy 4.8:

ŠROUB M5 × 20 ISO 8676 – 8.8

Rozměry v mm

Závit šroubu M*d*	Rozměry														
	P	*a* max.	*b* min.	*D*		d_a max.	*k*		*n*			*R* min.	*t* min.	*w* min.	*x* min.
				max. JR	min.		max. JR	min.	JR	max.	min.				
M1,6	0,35	0,7	25	3,00	2,86	2,0	1,10	0,96	0,4	0,60	0,46	0,10	0,45	0,40	0,90
M2	0,40	0,8	25	3,80	3,62	2,6	1,40	1,26	0,5	0,70	0,56	0,10	0,60	0,50	1,00
M2,5	0,45	0,9	25	4,50	4,32	3,1	1,80	1,66	0,6	0,80	0,66	0,10	0,70	0,70	1,10
M3	0,50	1,0	25	5,50	5,32	3,6	2,00	1,86	0,8	1,00	0,86	0,10	0,85	0,75	1,25
(M3,5)	0,60	1,2	38	6,00	5,82	4,1	2,40	2,26	1,0	1,20	1,06	0,10	1,00	1,00	1,50
M4	0,70	1,4	38	7,00	6,78	4,7	2,60	2,46	1,2	1,51	1,26	0,20	1,10	1,10	1,75
M5	0,80	1,6	38	8,50	8,28	5,7	3,30	3,12	1,2	1,51	1,26	0,20	1,30	1,30	2,00
M6	1,00	2,0	38	10,00	9,78	6,8	3,90	3,60	1,6	1,91	1,66	0,25	1,60	1,60	2,50
M8	1,25	2,5	38	13,00	12,73	9,2	5,00	4,70	2,0	2,31	2,06	0,40	2,00	2,00	3,20
M10	1,50	3,0	38	16,00	15,73	11,2	6,00	5,70	2,5	2,81	2,56	0,40	2,40	2,40	3,80

Hodnoty v závorkách nejsou doporučeny. *P* – rozteč závitu, JR – jmenovitý rozměr, tolerance závitu 6g, pevnostní třída 4.8, 5.8; průměr dříku může být roven velkému průměru závitu nebo je přibližně roven střednímu průměru závitu.

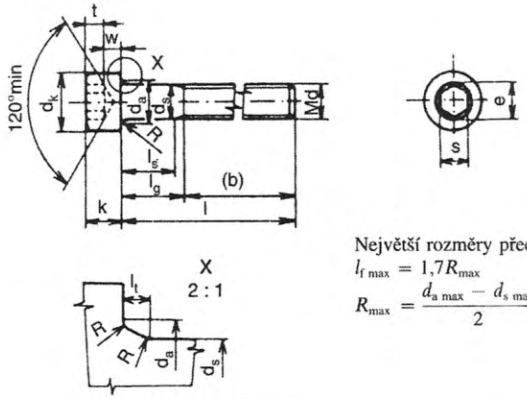
Jmenovitá délka

Rozměry v mm

Závit šroubu M*d*	Jmenovitá délka *l*	
	min.	max.
M2	3	20
M3	4	30
M4	5	40
M5	6	50
M6	8	60
M8	10	80
M10	12	80

ŠROUBY S VÁLCOVOU HLAVOU S VNITŘNÍM ŠESTIHRANEM

Výběr z ČSN EN ISO 4762
(02 1143)
Účinnost od 1. 9. 2004



Největší rozměry přechodu mezi hlavou a dříkem

$l_{f\,max} = 1{,}7R_{max}$

$$R_{max} = \frac{d_{a\,max} - d_{s\,max}}{2}$$

Označení šroubu s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem se závitem M5, délky $l = 20$ mm, třídy pevnosti 12.9:

ŠROUB M5 × 20 ISO 4762 – 12.9

Rozměry v mm

Závit šroubu *Md*	*P* [1]	*b* [2]	d_k			d_a	d_s		*e* min [5]	*h*	*k*		*R*	*s*		*t*	*w*
			max [3]	max [4]	min	max	max	min		max	max	min	min	max [6]	min	min	min
M3	0,50	18	5,50	5,68	5,32	3,6	3,0	2,86	2,87	0,51	3,0	2,86	0,1	2,56	2,52	1,3	1,15
M4	0,70	20	7,00	7,22	6,78	4,7	4,0	3,82	3,44	0,60	4,0	3,82	0,2	3,071	3,02	2,0	1,40
M5	0,80	22	8,50	8,72	8,28	5,7	5,0	4,82	4,58	0,60	5,0	4,82	0,2	4,084	4,02	2,5	1,90
M6	1,00	24	10,00	10,22	9,78	6,8	6,0	5,82	5,72	0,68	6,0	5,70	0,25	5,020	5,02	3,0	2,30
M8	1,25	28	13,00	13,27	12,73	9,2	8,0	7,78	6,86	1,02	8,0	7,64	0,40	6,095	6,02	4,0	3,30
M10	1,50	32	16,00	16,27	15,73	11,2	10,0	9,78	9,15	1,02	10,0	9,64	0,40	8,115	8,02	5,0	4,00
M12	1,75	36	18,00	18,27	17,73	13,7	12,0	11,73	11,43	1,45	12,0	11,57	0,60	10,1	10,02	6,0	4,80
M16	2,00	44	24,00	24,33	23,67	17,7	16,0	15,73	16,00	1,45	16,0	15,57	0,60	14,1	14,03	8,0	6,80
M20	2,50	52	30,00	30,33	29,67	22,4	20,0	19,67	19,44	2,04	20,0	19,48	0,80	17,2	17,05	10,0	8,60
M24	3,00	60	36,00	36,39	35,61	26,4	24,0	23,67	21,73	2,04	24,0	23,48	0,80	19,2	19,06	12,0	10,40
M30	3,50	72	45,00	45,39	44,61	33,4	30,0	29,67	25,15	2,89	30,0	29,48	1,00	22,2	22,06	15,5	13,10

[1]) *P* – rozteč závitu
[2]) Pro délky pod čárkovanou lomenou čarou
[3]) Pro hladké hlavy
[4]) Pro rýhované hlavy
[5]) $e_{min} = 1{,}14s_{min}$
[6]) Pro pevnostní třídu 12.9

Délky šroubů

Závit šroubu M*d*	délka		Závit šroubu M*d*	délka		Závit šroubu M*d*	délka	
	od	do		od	do		od	do
M3	5	30	M8	12	80	M20	30	200
M4	6	40	M10	16	100	M24	40	200
M5	8	50	M12	20	120	M30	45	200
M6	10	60	M16	25	160			

Význam první doplňkové číslice

První doplňková číslice	Třída pevnosti materiálu	Rozsah závitů	První doplňková číslice	Třída pevnosti materiálu	Rozsah závitů
3	6.8	do M42	7	10.9	do M36
5	8.8	do M36	9	12.9	do M16

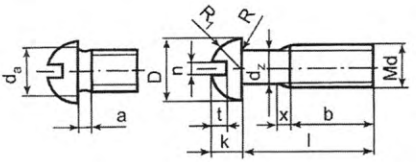
U šroubů s třídou pevnosti materiálu 12.9 se tato značka uvádí i v označení za číslem ČSN, např.:

ŠROUB M10 × 60 ČSN 02 1143.90 — 12.9

Úprava povrchu viz str. 418

ŠROUBY S PŮLKULOVOU HLAVOU

Výběr z ČSN 02 1146
Účinnost od 1. 7. 1988



$d_2 \approx$ střední průměr závitu

Označení šroubu s půlkulovou hlavou se závitem M6, s délkou l = 20 mm, třídy pevnosti 5.8, bez úpravy povrchu:

ŠROUB M6 × 20 ČSN 02 1146-5.8

Rozměry v mm

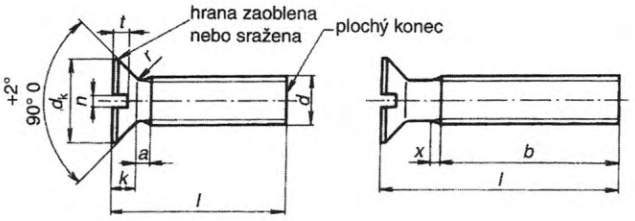
Závit šroubu M*d*	Rozměry									Délka šroubu *l*	
	D	*k*	*n*			*t*		R_1	*b*	I	II
			jmen.	min.	max.	min.	max.				
M3	5,0	2,5	0,8	0,86	1,00	1,2	1,6	2,50	12	6 až 14	16 až 30
M4	7,0	3,5	1,0	1,06	1,20	1,6	2,0	3,50	14	8 až 16	18 až 40
M5	8,5	4,2	1,2	1,26	1,51	2,0	2,5	4,25	16	8 až 18	20 až 50
M6	10.0	5,0	1,6	1,66	1,91	2.5	2.8	5.00	18	10 až 20	22 až 60

I — délka šroubu $l = b$ (šroub se závitem k hlavě),
II — délka šroubu $l > b$ (závit šroubu má délku b)

Třída pevnosti materiálu a úprava povrchu viz str. 418
Délky výběhu závitu šroubu x jsou na str. 394, 395

ŠROUBY SE ZÁPUSTNOU HLAVOU S DRÁŽKOU

Výběr z ČSN EN ISO 2009
(02 1151)
Účinnost od 1. 5. 2012



Označení šroubu se zápustnou hlavou se závitem M5, délky l = 20 mm a pevnostní třídou 4.8.

ŠROUB M5 × 20 ISO 2009 – 4.8

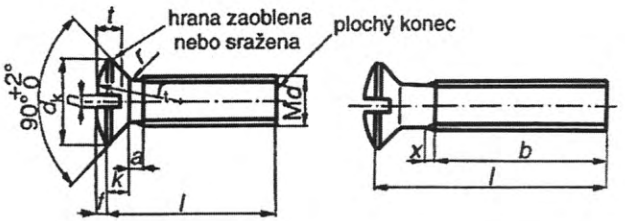
Rozměry v mm

Závit šroubu	*Md*	**M1,6**	**M2**	**M2,5**	**M3**	**(M3,5)**	**M4**	**M5**	**M6**	**M8**	**M10**
P – rozteč závitu		0,35	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,25	1,5
a	max.	0,7	0,8	0,9	1	1,2	1,4	1,6	2	2,5	3
b	min.	25	25	25	25	38	38	38	38	38	38
d_k Teoretický	max.	3,60	4,40	5,50	6,30	8,20	9,40	10,40	12,60	17,30	20,00
d_k Jmenovitý rozměr = Skutečný	max.	3,00	3,80	4,70	5,50	7,30	8,40	9,30	11,30	15,80	18,30
	min.	2,70	3,50	4,40	5,20	6,94	8,04	8,94	10,87	15,37	17,78
k Jmenovitý rozměr =	max.	1,00	1,20	1,50	1,65	2,35	2,70	2,70	3,30	4,65	5,00
n Jmenovitý rozměr		0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,2	1,6	2	2,5
n	max.	0,60	0,70	0,80	1,00	1,20	1,51	1,51	1,91	2,31	2,81
	min.	0,46	0,56	0,66	0,86	1,06	1,26	1,26	1,66	2,06	2,56
r	max.	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1	1,3	1,5	2	2,5
t	max.	0,50	0,6	0,75	0,85	1,2	1,3	1,4	1,6	2,3	2,6
	min.	0,32	0,4	0,5	0,6	0,9	1,0	1,1	1,2	1,8	2,0
x	max.	0,9	1	1,1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3,2	3,8
Rozsah délek *l*		2,5 až 16	3 až 20	4 až 25	5 až 30	6 až 35	6 až 40	8 až 50	8 až 60	10 až 80	12 až 80

Hodnota M3,5 se nedoporučuje.

ŠROUBY SE ZÁPUSTNOU HLAVOU ČOČKOVITOU S DRÁŽKOU

Výběr z ČSN EN ISO 2010
(02 1155)
Účinnost od 1. 5. 2012



Označení šroubu se zápustnou hlavou čočkovitou se závitem M5, délky l = 20 mm a pevnostní třídou 4.8.

ŠROUB M5 × 20 ISO 2010 – 4.8

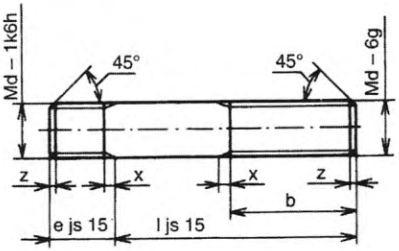
Rozměry v mm

Závit šroubu	Md	M1,6	M2	M2,5	M3	(M3,5)	M4	M5	M6	M8	M10
P – rozteč závitu		0,35	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,25	1,5
a	max.	0,7	0,8	0,9	1	1,2	1,4	1,6	2	2,5	3
b	min.	25	25	25	25	38	38	38	38	38	38
d_k teoretický	max.	3,60	4,40	5,50	6,30	8,20	9,40	10,40	12,60	17,30	20,00
d_k Jmenovitý rozměr = skutečný	max.	3,00	3,80	4,70	5,50	7,30	8,40	9,30	11,30	15,80	18,30
	min.	2,70	3,50	4,40	5,20	6,94	8,04	8,94	10,87	15,37	17,78
f	≈	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,4	2	2,3
k Jmenovitý rozměr =	max.	1,00	1,20	1,50	1,65	2,35	2,70	2,70	3,30	4,65	5,00
n Jmenovitý rozměr		0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,2	1,6	2	2,5
n	max.	0,60	0,70	0,80	1,00	1,20	1,51	1,51	1,91	2,31	2,81
	min.	0,46	0,56	0,66	0,86	1,06	1,26	1,26	1,66	2,06	2,56
r	max.	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1	1,3	1,5	2	2,5
r_f	≈	3	4	5	6	8,5	9,5	9,5	12	16,5	19,5
t	max.	0,80	1,00	1,20	1,45	1,7	1,9	2,4	2,8	3,7	4,4
	min.	0,64	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,4	3,2	3,8
x	max.	0,9	1	1,1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3,2	3,8
Rozsah délek l		2,5 až 16	3 až 20	4 až 25	5 až 30	6 až 35	6 až 40	8 až 50	8 až 60	10 až 80	12 až 80

Hodnota M3,5 se nedoporučuje.

ZÁVRTNÉ ŠROUBY

Výběr z ČSN 02 1174
ČSN 02 1176
ČSN 02 1178
Účinnost od 1. 11. 2003



Označení závrtného šroubu se závitem M12 s délkou l = 40 mm, pevnostní třídy 5, bez povrchové úpravy:

do oceli:	ŠROUB M12 × 40 ČSN 02 1174.20
do šedé litiny:	ŠROUB M12 × 40 ČSN 02 1176.20
do slitiny hliníku:	ŠROUB M12 × 40 ČSN 02 1178.20

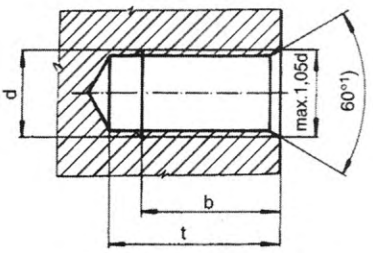
Rozměry v mm

Závit šroubu *Md*	*b* při *l*		*e*			Závit šroubu *Md*	*b* při *l*		*e*	
	≦150	>150	ocel	šedá litina	Al		≦150	>150	ocel	šedá litina
3	**12**		**3**	**4,0**	**6**	(33)	**72**	**78**	**33**	**42**
4	**14**		**4**	**5,0**	**8**	**36**	**78**	**84**	**36**	**45**
5	**16**		**5**	**6,5**	**10**	(39)	**84**	**90**	**39**	**50**
6	**18**		**6**	**7,5**	**12**	**42**	**90**	**96**	**42**	**52**
8	**22**		**8**	**10**	**16**	(45)	**96**	**102**	**45**	**58**
10	**26**		**10**	**12**	**20**	**48**	**102**	**108**	**48**	**60**
12	**30**	**36**	**12**	**15**	**24**	(52)	**110**	**116**	**52**	**65**
(14)	**34**	**40**	**14**	**18**	**28**	**56**	**118**	**124**		**70**
16	**38**	**44**	**16**	**20**	**32**	(60)	**126**	**132**		**75**
(18)	**42**	**48**	**18**	**22**	**36**	**64**	**134**	**140**		**80**
20	**46**	**52**	**20**	**25**	**40**	(68)	**148**			**85**
(22)	**50**	**56**	**22**	**28**	**44**	**72**	**156**			**90**
24	**54**	**60**	**24**	**30**	**48**	(76)	**164**			**95**
(27)	**60**	**66**	**27**	**35**		**80**	**172**			**100**
30	**66**	**72**	**30**	**38**						

Rozměry vytištěné tučně jsou doporučené.
Rozměr z – ČSN EN ISO 4753 (02 1031), rozměr x – ČSN ISO 3508 (02 1033).
Tvar A je ve všech velikostech, tvar B jen od M4 do M24.
Délky šroubů l: 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110 mm atd. po 10 mm.

HLOUBKA DĚR PRO ZÁVRTNÉ ŠROUBY

Výběr z ČSN 02 1051
Účinnost od 1. 5. 1994



[1]) V případě potřeby se povoluje úhel 90° nebo 120°.

Rozměry v mm

Závit M*d*	Ocel			Litina			Slitiny hliníku		
	t_{min}	*b*		t_{min}	*b*		t_{min}	*b*	
M4	7,5	4	+0,7 0,0	8,5	5	+0,7 0,0	11,5	8	+0,9 0,0
M5	9	5		10,5	6,5	+0,9 0,0	14	10	
M6	12	6		13,5	7,5		18	12	+1,1 0,0
M8	16	8	+0,9 0,0	18	10		24	16	
M10	19	10		21	12	+1,1 0,0	29	20	
M12	23	12		26	15		35	24	+1,3 0,0
M14	25	14	+1,1 0,0	29	18		39	28	
M16	27	16		31	20		43	32	
M18	30	18		34	22	+1,3 0,0	48	36	
M20	32	20		37	25		52	40	+1,6 0,0
M22	34	22	+1,3 0,0	40	28		56	44	
M24	39	24		45	30		63	48	
M27	42	27		50	35				
M30	47	30		55	38	+1,6 0,0			
M33	50	33		59	42				
M36 × 3	51	36		60	45				
M39 × 3	54	39	+1,9 0,0	65	50				
M42 × 3	57	42		67	52				
M45 × 3	60	45		73	58	+1,9 0,0			
M48 × 3	63	48		75	60				
M52 × 3	67	52	+1,9 0,0	80	65				

Výběh závitů podle ČSN 02 1034.

JMENOVITÉ DÉLKY ZÁVITU PRO ŠROUBY A ZÁVRTNÉ ŠROUBY

Výběr z ČSN ISO 888
(02 1025)
Účinnost od 1. 2. 2015

Délky závitů šroubů pro všeobecné použití

Délky závitů se vypočítají ze vzorců v následující tabulce.

Rozměry v mm

Jmenovitá délka l		Vzorce pro délku závitu b
nad	do	
–	125	2d + 6
125	200	2d + 12
200	–	2d + 25

d – jmenovitý průměr šroubu

Jmenovité délky pro šrouby a závrtné šrouby

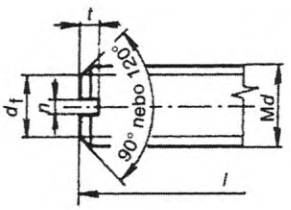
Platí pro jmenovité délky šroubů se šestihrannou hlavou, s drážkou v hlavě a křížovou drážkou v hlavě a závrtných šroubů.

Jmenovité délky šroubů l (mm)					
2	(11)	(32)	(75)	(125)	240
(2,5)	12	25	80	130	260
3	(14)	(38)	(85)	140	280
4	16	40	90	150	300
5	(18)	45	(95)	160	dále po 20
6	20	50	100	(170)	do 500 mm
(7)	(22)	55	(105)	180	
8	25	60	110	(190)	
(9)	(28)	65	(115)	200	
10	30	70	120	220	

Pokud je to možné, jmenovitým délkám v závorkách je doporučeno se vyhnout.

ŠROUBY BEZ HLAVY S DRÁŽKOU A PLOCHÝM KONCEM ČSN EN ISO 4766 STAVĚCÍ ŠROUBY S DRÁŽKOU S KUŽELOVÝM DŮLKEM ČSN EN 27436 (ISO 7436) S ČÍPKEM ČSN EN 27435 (ISO 7435) S HROTEM ČSN EN 27434 (ISO 7434)

Výběr z	Účinnost od
ČSN EN ISO 4766 (02 1181)	1. 3. 2012
ČSN EN 27436 (02 1182)	1. 12. 1995
ČSN EN 27435 (02 1183)	1. 2. 1996
ČSN EN 27434 (02 1185)	1. 2. 1996



Označení stavěcího šroubu s drážkou se závitem M5, s délkou $l = 20$, třídou pevnosti 14H; bez úpravy povrchu:

ŠROUB M5 × 20 ISO 4766 – 14H

Rozměry v mm

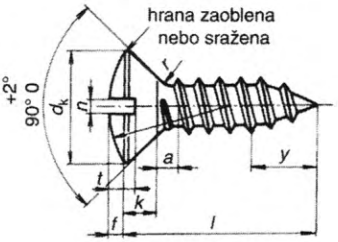
Závit šroubu *Md* 6g	Rozměry				Rozsah délky *l* pro ČSN EN			
	n		*t*		24766	27434	27436	27435
	jmen.	toler.	min.	max.				
M1,6	0,25		0,56	0,74	2 až 8	2 až 8	2 až 8	2,5 až 8
M2	0,25	C11	0,64	0,84	2 až 10	3 až 10	2,5 až 10	3 až 10
M2,5	0,40		0,72	0,95	2,5 až 12	3 až 12	3 až 12	4 až 12
M3	0,40	C13	0,80	1,05	3 až 16	4 až 16	3 až 16	5 až 16
(M3,5)	0,50		0,96	1,21	4 až 20	5 až 20	4 až 20	5 až 20
M4	0,60		1,12	1,42	4 až 20	6 až 20	4 až 20	6 až 20
M5	0,80		1,28	1,63	5 až 25	8 až 25	5 až 25	8 až 25
M6	1,00		1,60	2,00	6 až 30	8 až 30	6 až 30	8 až 30
M8	1,20		2,00	2,50	8 až 40	10 až 40	8 až 40	10 až 40
M10	1,60	C14	2,40	3,00	10 až 50	12 až 50	10 až 50	12 až 50
M12	2,00		2,80	3,60	12 až 60	14 až 60	12 až 60	14 až 60

Tvary a rozměry konců šroubů viz ČSN ISO 4753 (02 1031)
Délky *l*: 2; 2,5; 3 ... po 1 ... 6 ... po 2 ... 20 po 3 mm
Pevnostní třída: 14H, 22H

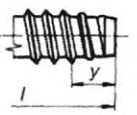
ŠROUBY DO PLECHU S ČOČKOVITOU HLAVOU S DRÁŽKOU

Výběr z ČSN EN ISO 1483
(02 1238)
Účinnost od 1. 4. 2012

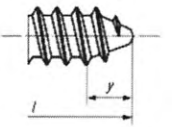
Typ C



Typ F



Typ R



Označení šroubu do plechu se zápustnou hlavou čočkovitou, se závitem ST 3,5, délky l = 16 mm a hrotem tvaru C:

ŠROUB ST3,5 × 16 ISO 1483 – C

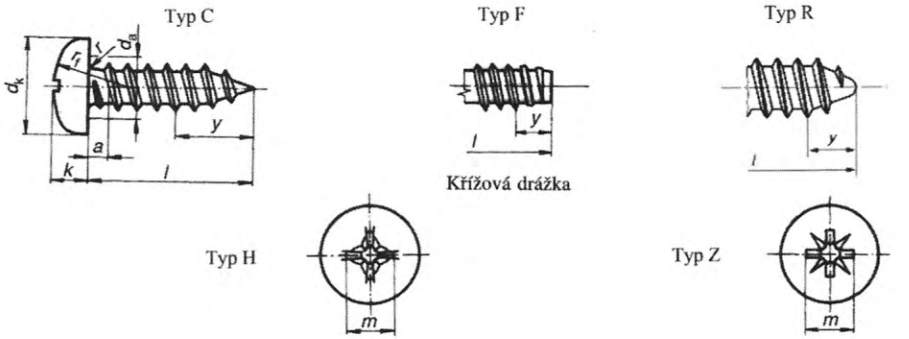
Rozměry v mm

Závit šroubu			ST2,2	ST2,9	ST3,5	ST4,2	ST4,8	ST5,5	ST6,3	ST8	ST9,5
P – rozteč závitu			0,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	2,1
a[1])		max.	0,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	2,1
d_k	Teoretický	max.	4,4	6,3	8,2	9,4	10,4	11,5	12,6	17,3	20
	Skutečný	max.	3,8	5,5	7,3	8,4	9,3	10,3	11,3	15,8	18,3
		min.	3,5	5,2	6,9	8	8,9	9,9	10,9	15,4	17,8
f		≈	0,5	0,7	0,8	1	1,2	1,3	1,4	2	2,3
k		max.	1,1	1,7	2,35	2,6	2,8	3	3,15	4,65	5,25
n	Jmenovitý rozměr		0,5	0,8	1	1,2	1,2	1,6	1,6	2	2,5
		min.	0,56	0,86	1,06	1,26	1,26	1,66	1,66	2,06	2,56
		max.	0,7	1	1,2	1,51	1,51	1,91	1,91	2,31	2,81
r		max.	0,8	1,2	1,4	1,6	2	2,2	2,4	3,2	4
r_f		≈	4	6	8,5	9,5	9,5	11	12	16,5	19,5
t		min.	0,8	1,2	1,4	1,6	2	2,2	2,4	3,2	3,8
		max.	1	1,45	1,7	1,9	2,4	2,6	2,8	3,7	4,4
Pomocný rozměr y		Tvar C	2	2,6	3,2	3,7	4,3	5	6	7,5	8
		Tvar F	1,6	2,1	2,5	2,8	3,2	3,6	3,6	4,2	4,2
Rozsah délek l			4,5 až 16	6,5 až 19	9,5 až 22	9,5 až 25	9,5 až 32	13 až 32	13 až 38	16 až 50	19 až 50

[1]) Vzdálenost posledního plného závitu od dosedací plochy.

ŠROUBY DO PLECHU SE ZAOBLENOU VÁLCOVOU HLAVOU S KŘÍŽOVOU DRÁŽKOU

Výběr z ČSN EN ISO 7049
(02 1235)
Účinnost od 1. 4. 2012



Označení šroubu do plechu s půlkulatou hlavou se závitem ST3,5, délky l = 16 mm, s hrotem tvaru C a křížovou drážkou typu Z:

ŠROUB ST3,5 × 16 ISO 7049 – C – Z

Rozměry v mm

Závit šroubu			ST2,2	ST2,9	ST3,5	ST4,2	ST4,8	ST5,5	ST6,3	ST8	ST9,5
P – rozteč závitu			0,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	2,1
a^1)		max.	0,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8	2,1	2,1
d_a		max.	2,8	3,5	4,1	4,9	5,5	6,3	7,1	9,2	10,7
d_k		max.	4	5,6	7	8	9,5	11	12	16	20
		min.	3,7	5,3	6,64	7,64	9,14	10,57	11,57	15,57	19,48
k		max.	1,6	2,4	2,6	3,1	3,7	4	4,6	6,4	7,5
		min.	1,4	2,15	2,35	2,8	3,4	3,7	4,3	5,6	7,1
r		min.	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,25	0,25	0,4	0,4
r_f		≈	3,2	5	6	6,5	8	9	10	13	16
Křížová drážka	Velikost křížové drážky		1	2	3	4					
	Tvar H – Pomocný rozměr m		1,90	3	3,90	4,40	4,9	6,4	6,9	9	10,1
	Tvar H – Hloubka	min.	0,85	1,4	1,4	1,9	2,4	2,6	3,1	4,15	5,2
		max.	1,2	1,8	1,9	2,4	2,9	3,1	3,6	4,7	5,8
	Tvar Z – Pomocný rozměr m		2	3	4	4,4	4,8	6,2	6,8	8,9	10,1
	Tvar Z – Hloubka	min.	0,95	1,45	1,5	1,95	2,3	2,55	3,05	4,05	5,25
		max.	1,2	1,75	1,9	2,35	2,75	3	3,5	4,5	5,7
y Pomocný rozměr^2)		Tvar C	2	2,6	3,2	3,7	4,3	5	6	7,5	8
		Tvar F	1,6	2,1	2,5	2,8	3,2	3,6	3,6	4,2	4,2
Rozsah délek l			4,5 až 16	6,5 až 19	9,5 až 25	9,5 až 32	9,5 až 38	13 až 38	13 až 38	16 až 50	16 až 50

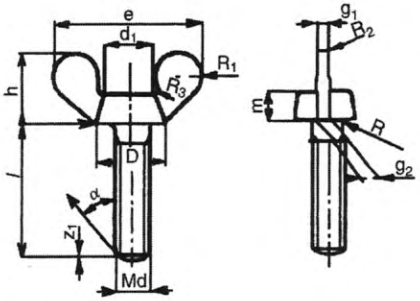
[1]) Vzdálenost posledního plného závitu od dosedací plochy.
[2]) Délka neúplného závitu.

KŘÍDLATÉ ŠROUBY A MATICE

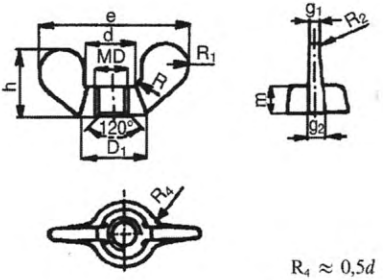
Výběr z ČSN 02 1365
Účinnost od 1. 1. 1967

Výběr z ČSN 02 1665
Účinnost od 1. 1. 1962

ČSN 02 1365



ČSN 021665



Označení křídlatého šroubu se závitem M10 o délce $l = 25$ mm, z oceli

ŠROUB M10 x 25 ČSN 02 1365.00

Označení křídlaté matice se závitem M10, z oceli:

MATICE M10 ČSN 02 1665.00

Rozměry v mm

Závit $Md = MD$	Rozměry hlavy šroubu a matice										Délka šroubu l
	d_1	D_1	e	g_1	g_2	h	m	R	R_1	R_3	
M3	5	6	16	1,2	1,6	8	4	0,1	2,5	0,5	4 až 10
M4	6	8	20	1,6	2	10	5	0,2	3	0,5	6 až 16
M5	8	10	25	2	2,5	12	6	0,2	4	0,5	6 až 20
M6	10	12	32	2,5	3	16	8	0,3	5	1	10 až 25
M8	12	15	40	3	4	20	10	0,5	6	1	10 až 30
M10	16	20	50	4	5	25	12	0,5	8	1,2	20 až 40
M12	19	23	64	5	6	32	14	1	10	1,2	20 až 50
M16	22	28	72	6	7	36	16	1	11	1,6	20 až 60
M20	28	36	90	7	9	45	20	1	14	2	20 až 80
M24	36	45	112	9	11	56	24	1,6	18	3	25 až 100

Vnější rozměry hlavy šroubu a matice jsou shodné. Pouze u velikosti poloměru R_2 a R_4 jsou nepatrné rozdíly
1. doplňková číslice — třída pevnosti materiálu: 0 — 04 (do M10)

ŠESTIHRANNÉ MATICE

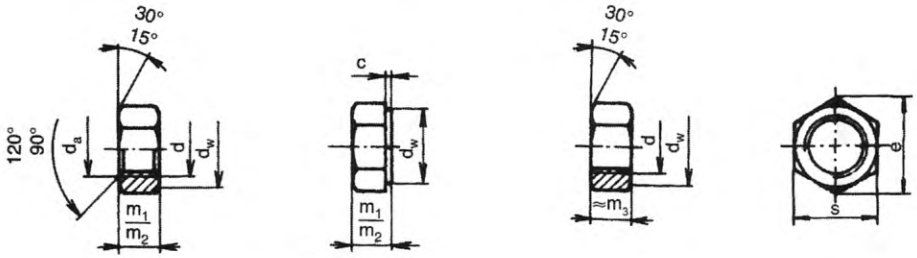
typ 1 – výrobní třídy A a B
typ 2 – výrobní třídy A a B ; vysoké
typ 1 – výrobní třídy A a B ; s jemným metrickým závitem
typ 2 – výrobní třídy A a B ; vysoké, s jemným metrickým závitem
typ 0 – výrobní třídy A a B ; nízké se sražením

Výběr z	Účinnost od
ČSN EN ISO 4032 (02 1401)	1. 6. 2014
ČSN EN ISO 4033 (02 1404)	1. 6. 2014
ČSN EN ISO 8673 (02 1408)	1. 6. 2014
ČSN EN ISO 8674 (02 1405)	1. 6. 2014
ČSN EN ISO 4035 (02 1403)	1. 6. 2014

ČSN EN ISO 4032
ČSN EN ISO 8673
m_1

ČSN EN ISO 4033
ČSN EN ISO 8674
m_2

ČSN EN ISO 4035
m_3



Označení šestihranné matice se závitem M10 × 1, z oceli pevnostní třídy 6:

MATICE M10 × 1 ISO 8673 – 6

Rozměry v mm

Závit matice MD		Rozměry matic								
hrubý	jemný	c		d_a	d_w	e min.	m_1	m_2	m_3	s jmen.
		max.	min.							
M1,6		0,2	0,10	1,84	2,4	3,41	1,3		1,0	3,2
M2		0,2	0,10	2,30	3,1	4,32	1,6		1,2	4,0
M2,5		0,3	0,10	2,90	4,1	5,45	2,0		1,6	5,0
M3		0,4	0,15	3,45	4,6	6,01	2,4		1,8	5,5
(M3,5)		0,4	0,15	4,00	5,0	6,58	2,8		2,0	6,0
M4		0,4	0,15	4,60	5,9	7,66	3,2		2,2	7,0
M5		0,5	0,15	5,75	6,9	8,79	4,7	5,1	2,7	8,0
M6		0,5	0,15	6,75	8,9	11,05	5,2	5,7	3,2	10,0
M8	M8 × 1	0,6	0,15	8,75	11,6	14,38	6,8	7,5	4,0	13,0
M10	M10 × 1	0,6	0,15	10,80	14,6	17,77	8,4	9,3	5,0	16,0
M12	M12 × 1,5	0,6	0,15	13,00	16,6	20,03	10,8	12,0	6,0	18,0
(M14)	(M14 × 1,5)	0,6	0,15	15,10	19,6	23,35	12,8	14,1	7,0	21,0
M16	M16 × 1,5	0,8	0,20	17,3	22,5	26,75	14,8	16,4	8,0	24,0
(M18)	(M18 × 1,5)	0,8	0,20	19,5	24,9	29,56	15,8	17,6	9,0	27,0
M20	M20 × 1,5	0,8	0,20	21,6	27,7	32,95	18,0	20,3	10,0	30,0
(M22)	(M22 × 1,5)	0,8	0,20	23,7	31,4	37,29	19,4	21,8	11,0	34,0
M24	M24 × 2	0,8	0,20	25,9	33,3	39,55	21,5	23,9	12,0	36,0
(M27)	(M27 × 2)	0,8	0,20	29,1	38,0	45,20	22,5	26,7	13,5	41,0
M30	M30 × 2	0,8	0,20	32,4	42,8	50,85	25,6	28,6	15,0	46,0
(M33)	(M33 × 2)	0,8	0,20	35,6	46,6	55,37	28,7	32,5	16,5	50,0
M36	M36 × 3	0,8	0,20	38,9	51,1	60,79	31,0	34,7	18,0	55,0
(M39)	(M39 × 3)	1,0	0,30	42,1	55,9	66,44	33,4		19,5	60
M42	M42 × 3	1,0	0,30	45,4	60,0	71,03	34		21,0	65
(M45)	(M45 × 3)	1,0	0,30	48,6	64,7	76,95	36		22,5	70
M48	M48 × 3	1,0	0,30	51,8	69,5	82,60	38		24,0	75
(M52)	(M52 × 4)	1,0	0,30	56,2	74,2	88,25	42		26,0	80
M56	M56 × 4	1,0	0,30	60,5	78,7	93,56	45		28,0	85
(M60)	(M60 × 4)	1,0	0,30	64,8	83,4	99,21	48		30,0	90
M64	M64 × 4	1,0	0,30	69,1	88,2	104,86	51		32,0	95

Závity matic v závorkách nejsou doporučené.

Označení rozměrů: m_1 – jmenovitá výška matice, typ 1
m_2 – jmenovitá výška matice, typ 2
m_3 – jmenovitá výška nízké matice
c – pouze u matic typu 1 a 2, výrobní třída A a B.

Tolerance jmenovitých rozměrů

Rozměry	Výrobní třída A	Výrobní třída B	Výrobní třída C
d	6H	6H	7H
m	h14 pro ≦ M12 h15 pro > M12 ≦ M18 h16 pro > M18		h17
s	h13 pro *s* ≦ 30 mm h14 pro *s* ≧ 34 mm	h14 pro *s* ≦ 18 mm h15 pro 21 mm ≦ *s* ≦ 60 mm h16 pro *s* ≧ 65 mm	

Technické dodací podmínky

Parametr	Šestihranné matice			
	ČSN EN ISO 4032	ČSN EN ISO 4033	ČSN EN ISO 4034	ČSN EN ISO 4035
Rozsah *d*	M1,6 až M64 M8 × 1 až M64 × 4	M5 až M36 M8 × 1 až M36 × 3	M8 až M60	M1,6 až M64 M8 × 1 až M64 × 4
Pevnostní třída (ISO 898-2)	*d* ≦ 39 mm: 6, 8 *d* ≦ 16 mm: 10 *d* < 3 *a d* > 39 mm: podle dohody	*d* ≦ 36 mm: 10 *d* ≦ 16 mm: 8, 9, 12	*d* ≦ 39 mm: 6, 8 *d* ≦ 16 mm: 10	*d* ≦ 39 mm: 04, 05 *d* < 3 a *d* > 39 mm: podle dohody
Výrobní třída (ISO)	*d* ≦ 16 mm: A *d* > 16 mm: B	*d* ≦ 16 mm: A *d* > 16 mm: B	*d* ≦ 16 mm: A *d* > 16 mm: B	*d* ≦ 16 mm: A *d* > 16 mm: B

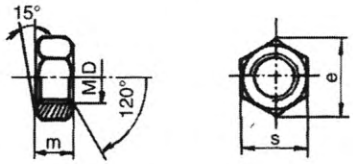
Závity matic definované jednotlivými normami

	M1,6	M2	M2,5	M3	(M3,5)	M4	M5	M6	M8	M8x1	M10	M10x1	(M10x1,25)	M12
ISO 4032	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x			x
ISO 4033							x	x	x		x			x
ISO 4035	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x			x
ISO 8673										x		x	x	
ISO 8674										x		x	x	
	(M12x1,25)	M12x1,5	(M14)	(M14x1,5)	M16	M16x1,5	(M18)	(M18x1,5)	M20	M20x1,5	(M20x2)	(M22)	(M22x1,5)	M24
ISO 4032			x		x		x		x			x		x
ISO 4033			x		x				x					x
ISO 4035			x		x		x		x			x		x
ISO 8673	x	x		x		x		x		x	x		x	
ISO 8674	x	x		x		x		x		x	x		x	
	M24x2	(M27)	(M27x2)	M30	M30x2	(M33)	(M33x2)	M36	M36x3	(M39)	(M39x3)	M42	M42x3	(M45)
ISO 4032		x		x		x		x		x		x		x
ISO 4033				x				x						
ISO 4035		x		x		x		x		x		x		x
ISO 8673	x		x		x		x		x		x		x	
ISO 8674	x		x		x		x		x					
	(M45x3)	M48	M48x3	(M52)	(M52x4)	M56	M56x4	(M60)	(M60x4)	M64	M64x4			
ISO 4032		x		x		x		x		x				
ISO 4033														
ISO 4035		x		x		x		x		x				
ISO 8673	x		x		x		x		x		x			
ISO 8674														

Závity matic v závorkách nejsou doporučené.

PŘESNÉ ŠESTIHRANNÉ MATICE MALÉ

Výběr z ČSN 02 1402
Účinnost od 1. 11. 2003



Označení přesné šestihranné matice malé se závitem M14 × 1,5 třídy pevnosti 04:

MATICE M14 × 1,5 ČSN 02 1402.2

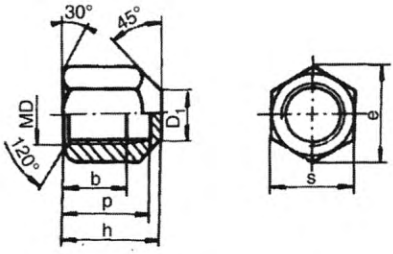
Rozměry v mm

Závit matice MD		e	m	s	Závit matice MD		e	m	s
hrubý	jemný				hrubý	jemný			
M6		10,4	4,5	9	M14	M14 × 1,5	21,9	10	19
M8	M8 × 1	13,8	6	12	M16	M16 × 1,5	25,4	11,5	22
M10	M10 × 1,25	16,2	7	14	M18	M18 × 1,5	27,7	13	24
M12	M12 × 1,25	19,6	8,5	17	M20	M20 × 1,5	31,2	14	27

1. doplňková číslice — třída pevnosti materiálu: 2 — 04, 4 — 06, 5 — 06.

UZAVŘENÁ MATICE

Výběr z ČSN 02 1431
Účinnost od 1. 10. 1971



Označení uzavřené matice se závitem M12 a o třídě pevnosti materiálu 5, bez úpravy povrchu:

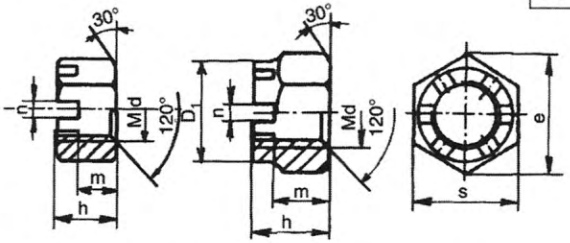
MATICE M12 ČSN 02 1431.20

Rozměry v mm

Závit matice MD	b min.	e min.	h	D_1	s	p
M6	7,5	11,05	13,5	6	10	12,5
M8	10,5	14,38	16,5	8	13	15,5
M10	13	17,77	21	10	16	19,5
M12	16	20,03	25	12	18	23,5
(M14)	18,5	23,36	28,5	14	21	26,5
M16	22	26,75	32	16	24	30
(M18)	23,5	30,14	36	18	27	34
M20	26,5	33,53	39	20	30	37
M24	32	40,24	47	24	36	45
(M27)	36	45,89	51	27	41	49
M30	40,5	51,54	57	30	46	54,5

KORUNOVÉ MATICE

Výběr z ČSN 02 1411
Účinnost od 1. 11. 2003



Označení korunové matice se závitem M30 × 2 z materiálu o třídě pevnosti 5, bez úpravy povrchu:

MATICE M30 × 2 ČSN 02 1411.20

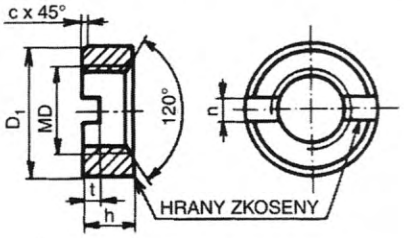
Rozměry v mm

Závit matice M*D*		D_1	*e* min.	*h*	*m*	*n*	*s*	Závlačka ČSN 02 1781
hrubý	jemný							
M4	–	–	7,74	5	3,2	1,2	7	1 × 10
M5	–	–	8,87	6	4	1,4	8	1,2 × 12
M6	–	–	11,05	7,5	5	2	10	1,6 × 14
M8	M8 × 1	–	14,38	9,5	6,5	2,5	13	2 × 18
M10	M10 × 1,25	–	17,77	12	8	2,8	16	2,5 × 22
M12	M12 × 1,25	17	20,03	15	10	3,5	18	3,2 × 25
(M14)	(M14 × 1,5)	19	23,36	16	11	3,5	21	3,2 × 28
M16	M16 × 1,5	22	26,75	19	13	4,5	24	4 × 32
(M18)	(M18 × 1,5)	25	30,14	21	15	4,5	27	4 × 36
M20	M20 × 1,5	28	33,53	22	16	4,5	30	4 × 40
(M22)	(M22 × 1,5)	32	37,98	26	18	5,5	34	5 × 40
M24	M24 × 2	34	39,98	27	19	5,5	36	5 × 45
(M27)	(M27 × 2)	38	45,63	30	22	5,5	41	5 × 50
M30	M30 × 2	42	51,28	33	24	7	46	6,3 × 56
(M33)	(M33 × 2)	46	55,80	35	26	7	50	6,3 × 63

Korunové matice jsou určeny pro šroubové spoje, kde se žádá velká spolehlivost.
Matice M12 (M12 × 1,25) až M20 (M20 × 1,5) se vyrábějí buď s válcovou korunou, nebo bez ní.
1. doplňková číslice třída pevnosti materiálu 0 – 4, 2 – 5, 5 – 8, 8 – mosaz, 9 – podle zvláštního předpisu.
Úprava povrchu viz str. 437.
Rozměry matic v závorkách se nedoporučují.

VÁLCOVÉ MATICE S DRÁŽKOU

Výběr z ČSN 02 1444
Účinnost od 1. 1. 1989



Označení válcové matice s drážkou se závitem M5, třídy pevnosti materiálu 04, bez úpravy povrchu:

MATICE M5 ČSN 02 1444.20

Rozměry v mm

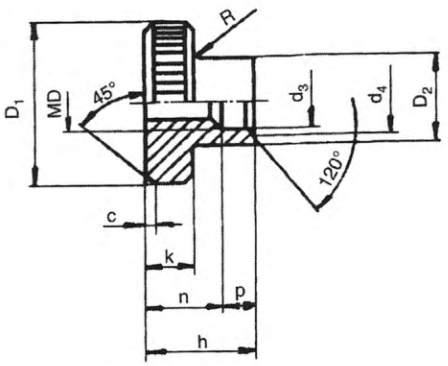
Závit matice *MD*	D_1	*h*	*n*	*t*		*c*
				min.	max.	
M1,6	3,0	1,6	0,5	0,6	0,8	0,2
M2	4,0	2,0	1,0	0,8	1,0	0,2
M2,5	5,0	2,2	1,0	0,9	1,1	0,2
M3	6,0	2,5	1,2	1,0	1,2	0,2
M4	8,0	3,5	1,6	1,2	1,6	0,3
M5	9,0	4,0	2,0	1,5	1,9	0,4
M6	11,0	5,0	2,5	2,0	2,4	0,5
M8	14,0	6,5	3,0	2,5	3,0	0,6
M10	18,0	8,0	3,0	3,2	3,7	0,8
M12	21,0	10,0	4,0	3,8	4,3	1,0
M16	26,0	12,0	4,0	3,8	4,3	1,2
M20	32,0	14,0	5,0	4,8	5,5	1,2

1. doplňková číslice – třída pevnosti materiálu: 2 – 04, 8 – mosaz, 9 – podle zvláštního předpisu.
2. doplňková číslice – úprava povrchu: 0 – bez úpravy, 2 – černění, 3 – fosfátování, 4 – kadmiování, 5 – zinkování, 6 – mosazení, 7 – niklování, 8 – chromování, 9 – podle zvláštního předpisu.

Z hygienicko-zdravotních důvodů se kadmiování nedoporučuje používat.

RÝHOVANÉ MATICE

Výběr z ČSN 02 1461
Účinnost od 1. 1. 1989



Označení rýhované matice se závitem M5 a s třídou pevnosti materiálu 5, bez úpravy povrchu:

MATICE M5 ČSN 02 1461.20

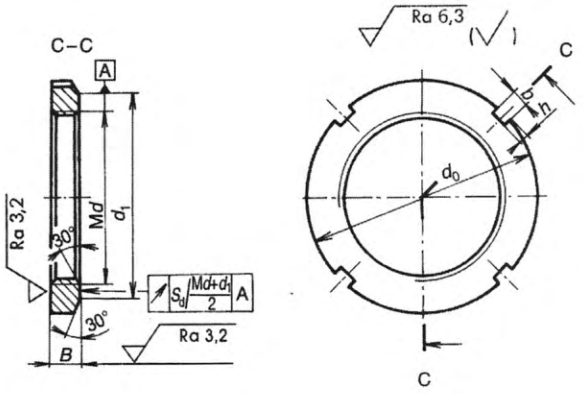
Rozměry v mm

Závit matice M*D*	$c \approx$	D_1	D_2	d_3	d_4	h	k	n	p	R	Rozteč rýh
M1	0,2	5,5	2,8	1,2	1,8	3,5	1,5	1,5	2	0,5	0,5
M1,2	0,2	6	3	1,4	2	4	1,5	2	2	0,5	0,5
M1,6	0,2	7,5	3,8	2	2,6	5	2	2,5	2,5	0,5	0,5
M2	0,2	9	4,5	2,5	3	5	2	2,5	2,5	0,5	0,6
M2,5	0,3	10	5	3	3,6	6	2,5	3,4	2,6	0,5	0,6
M3	0,4	12	6	3,5	4,3	7	2,5	4	3	0,5	0,6
M4	0,4	16	8	4,6	5,5	9	3,5	5,5	3,5	0,5	0,6
M5	0,5	20	10	5,6	6,5	11	4	6,5	4,5	1	0,6
M6	0,6	24	12	6,8	7,8	14	5	8,5	5,5	1	0,6
M8	0,6	30	16	8,8	10	16	6	10,5	5,5	2	0,8
M10	0,8	36	20	11	12,5	20	8	13	7	2	0,8

1. doplňková číslice — třída pevnosti materiálu: 2 — 5, 8 — mosaz, 9 — podle zvláštního předpisu.
Úprava povrchu viz str. 437.

POJISTNÉ MATICE A ZAJIŠŤOVACÍ SOUČÁSTI

Norma ČSN zrušena
Určeno pro informaci



Označení - pojistné matice se čtyřmi drážkami M30 x 1,5

MATICE M30 x 1,5 ISO 2982 Rozměry v mm

Podnikové označení matice	ISO označení závitu *Md*	d_0 h12	d_1	*B* h14	*b* H14	*h* H17	S_d	Hmotnost 1 kusu (kg)
KM 0	M10 × 0,75	18	13,5	4	3	2*)		0,004
KM 1	M12 × 1	22	17	4	3	2*)		0,007
KM 2	M15 × 1	25	21	5	4	2*)		0,010
KM 3	M17 × 1	28	24	5	4	2*)		0,013
KM 4	M20 × 1	32	26	6	4	2*)		0,019
KM 5	M25 × 1,5	38	32	7	5	2*)	0,04	0,025
KM 6	M30 × 1,5	45	38	7	5	2*)		0,043
KM 7	M35 × 1,5	52	44	8	5	2*)		0,053
KM 8	M40 × 1,5	58	50	9	6	2,5		0,085
KM 9	M45 × 1,5	65	56	10	6	2,5		0,120
KM 10	M50 × 1,5	70	61	11	6	2,5		0,150

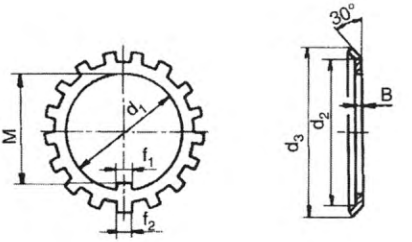
Pokračování

Podnikové označení matice	ISO označení závitu M*d*	d_0 h12	d_1	*B* h14	*b* H14	*h* H17	S_d	Hmotnost 1 kusu (kg)
KM 11	M55 × 2	75	67	11	7	3,0	0,05	0,160
KM 12	M60 × 2	80	73	11	7	3,0		0,170
KM 13	M65 × 2	85	79	12	7	3,0		0,200
KM 14	M70 × 2	92	85	12	8	3,5		0,240
KM 15	M75 × 2	98	90	13	8	3,5		0,290
KM 16	M80 × 2	105	95	15	8	3,5		0,400
KM 17	M85 × 2	110	102	16	8	3,5		0,450
KM 18	M90 × 2	120	108	16	10	4,0		0,560
KM 19	M95 × 2	125	113	17	10	4,0		0,660
KM 20	M100 × 2	130	120	18	10	4,0		0,700
KM 21	M105 × 2	140	126	18	12	5,0		0,840
KM 22	M110 × 2	145	133	19	12	5,0		0,970
KM 23	M115 × 2	150	137	19	12	5,0		1,010
KM 24	M120 × 2	155	138	20	12	5,0		1,080
KM 25	M125 × 2	160	148	21	12	5,0	0,06	1.190
KML 26	M130 × 2	155	145	21	12	5,0		0,880
KM 26	M130 × 2	165	149	21	12	5,0		1,250
KM 27	M135 × 2	175	160	22	14	6,0		1,550
KML 28	M140 × 2	165	155	22	12	5,0		0,990
KM 28	M140 × 2	180	160	22	14	6,0		1,600

*) Pro tyto rozměry platí toleranční pole H 15.

POJISTNÉ PODLOŽKY A VLOŽKY K MATICÍM UPÍNACÍCH POUZDER

Norma ČSN zrušena
Určeno pro informaci



Označení pojistné podložky MB 4:

PODLOŽKA MB 4 ČSN 02 3640

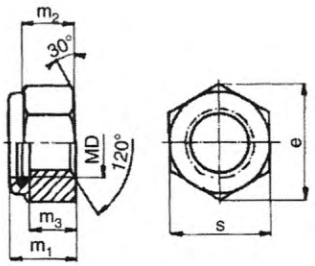
Rozměry v mm

Označení podložky	d_1 C11	d_2 H12	d_3	f_1 b14	M C11	f_2 b14	B	z*) min.	Hmotnost 1 000 kusů (kg)
MB 0	10	13,5	21	3	8,5	3		9	1,3
MB 1	12	17	25	3	10,5	3			2,0
MB 2	15	21	28	4	13,5	4	1		2,6
MB 3	17	24	32	4	15,5	4		11	3,2
MB 4	20	26	36	4	18,5	4			3,5
MB 5	25	32	42	5	23,0	5			6,4
MB 6	30	38	49	5	27,5	5			7,8
MB 7	35	44	57	6	32,5	5	1,25	13	10,4
MB 8	40	50	62	6	37,5	6			12,3
MB 9	45	56	69	6	42,5	6			15,2
MB 10	50	61	74	6	47,5	6			16,0
MB 11	55	67	81	8	52,5	7			19,6
MB 12	60	73	86	8	57,5	7			23,5
MB 13	65	79	92	8	62,5	7	1,50		29,0
MB 14	70	85	98	8	66,5	8			33,4
MB 15	75	90	104	8	71,5	8			35,6
MB 16	80	95	112	10	76,5	8		17	46,4
MB 17	85	102	119	10	81,5	8			52,4
MB 18	90	108	126	10	86,5	10			62,3
MB 19	95	113	133	10	91,5	10	1,80		67,0
MB 20	100	120	142	12	96,5	10			76,5
MB 22	110	133	154	12	105,5	12			94,0
MBL 24	120	135	148	14	115,0	12		19	77,0
MB 24	120	138	164	14	115,0	12		17	105,0
MB 25	125	148	170	14	120,0	12		17	118,0
MBL 26	130	145	158	14	125,0	12		19	87,0
MB 26	130	149	175	14	125,0	12		17	113,0
MB 27	135	160	185	14	130,0	14		17	144,0
MBL 28	140	155	170	16	135,0	12		19	109,0
MB 28	140	160	192	16	135,0	14		17	142,0

*) Počet ozubů z na vnějším obvodu podložky musí být lichý
Materiál: pásová ocel válcovaná zastudena 11 320.20

SAMOJISTNÁ ŠESTIHRANNÁ MATICE

Výběr z ČSN EN ISO 7040
(02 1492)
Účinnost od 1. 6. 2014



Označení samojistné matice šestihranné se závitem M12 z materiálu o třídě pevnosti 08:

MATICE M12 ISO 7040 – 8

Rozměry v mm

Závit M*D*	*e* min	m_1		m_2 min	m_3 min	*s*	
		max	min			max	min
M4		6,00	5,52	2,32		7,00	6,78
M5		6,80	6,22	3,52	4,40	8,00	7,78
M6		8,00	7,42	3,92	4,90	10,00	9,78
M8		9,50	8,92	5,15	6,44	13,00	12,73
M10	17,77	11,90	11,20	6,43	8,04	16,00	15,73
M12	20,03	14,90	14,20	8,30	10,37	18,00	17,73
(M14)	23,36	17,00	15,90	9,68	12,10	21,00	20,67
M16	26,75	19,10	17,80	11,28	14,10	24,00	23,67
M20	32,95	22,80	20,70	13,52	16,90	30,00	29,16
M24	39,55	27,10	25,00	16,16	20,20	36,00	35,00

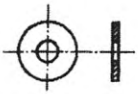
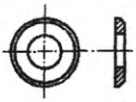
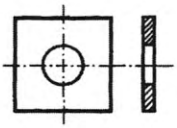
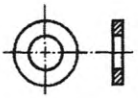
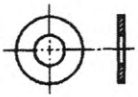
1. doplňková číslice – třída pevnosti materiálu: 5, 8, 10
2. doplňková číslice – úprava povrchu: 0 – bez úpravy, 2 – černění, 4 – kadmiování, 5 – zinkování, 9 – podle zvláštního předpisu.

Matice lze používat pro teploty do 100 °C

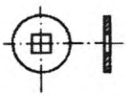
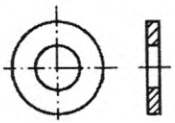
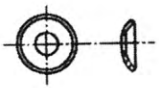
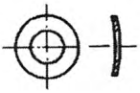
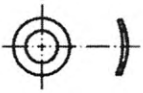
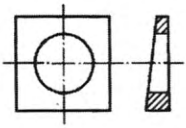
Pojistný kroužek je z polyamidu nebo silonu a musí být v matici pevně zalisován.

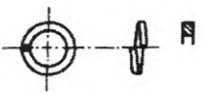
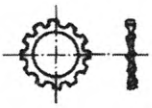
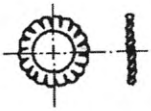
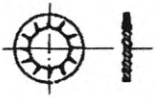
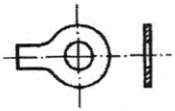
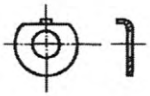
PODLOŽKY A ZÁVLAČKY

PŘEHLED PODLOŽEK

Název	Vyobrazení	ČSN
Podložky pro šrouby se šestihrannou hlavou a šestihranné matice	Tvar B 	ČSN EN ISO 7089
	Tvar A 	ČSN EN ISO 7090
Ploché kruhové podložky Běžná řada – výrobní třída C		ČSN EN ISO 7091
Čtyřhranné podložky pro dřevěné konstrukce		02 1724
Podložky pod nýty		02 1726
Podložky pro dřevěné konstrukce Ploché kruhové podložky - Velká řada Část 1: Výrobní řada A		ČSN EN ISO 7093-1

Pokračování

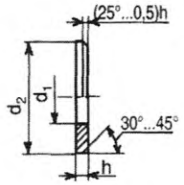
Název	Vyobrazení	ČSN
Podložky se čtvercovým otvorem pro dřevěné konstrukce		02 1728
Podložky pro konstrukce z tvrdého dřeva Ploché kruhové podložky - Velká řada Část 2: Výrobní třída C		ČSN EN ISO 7093-2
Vyduté podložky		02 1731
Pružné podložky prohnuté		02 1733
Pružné podložky prohnuté tenké		02 1734
Podložky pro tyče I, U, IE, UE		02 1739

Název	Vyobrazení	ČSN
Pružné podložky se čtvercovým průřezem		02 1740
Pružné podložky s obdélníkovým průřezem		02 1741
Ozubené podložky		02 1744
Vějířovité podložky s vnějším ozubením		02 1745
Vějířovité podložky s vnitřním ozubením		02 1746
Pojistné podložky s jazýčkem		02 1751
Pojistné podložky s nosem		02 1753
Závlačky		ČSN EN ISO 1234 (02 1781)

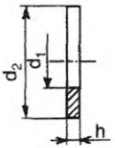
PLOCHÉ KRUHOVÉ PODLOŽKY SE ZKOSENÍM
PLOCHÉ KRUHOVÉ PODLOŽKY – BĚŽNÁ ŘADA

Výběr z ČSN EN ISO 7089, 7090
(02 1702)
Účinnost od 1. 9. 2001

Provedení A
pro $d_1 \geqq 5$



Provedení B
ČSN EN ISO 7089



Pro $h \leqq 3$ – Ra 1,6
$h \leqq 6$ – Ra 3,2
$h > 6$ – Ra 6,3

Plochá kruhová podložka, běžné řady, výrobní třídy A vyrobená z oceli, jmenovité velikosti 8 mm a třídy tvrdosti 200 HV se označí následovně:

PODLOŽKA 8 ISO 7089-200 HV

Plochá kruhová podložka, běžné řady, výrobní třídy A vyrobená z korozivzdorné oceli druhu A2, jmenovité velikosti 8 mm a třídy tvrdosti 200 HV se označí následovně:

PODLOŽKA 8 ISO 7089-200 HV-A2

Preferované rozměry

Rozměry v mm

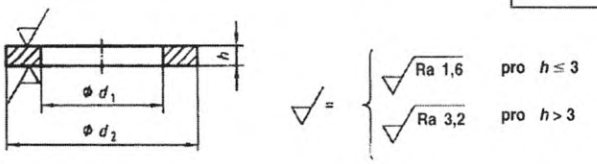
Jmenovitá velikost (Jmenovitý průměr závitu, *d*)	Vnitřní průměr d_1		Vnější průměr d_2		Tloušťka h		
	jmen. min.	max.	jmen. max.	min.	jmen.	max.	min.
1,6	1,70	1,84	4,0	3,7	0,3	0,35	0,25
2	2,20	2,34	5,0	4,7	0,3	0,35	0,25
2,5	2,70	2,84	6,0	5,7	0,5	0,55	0,45
3	3,20	3,38	7,00	6,64	0,5	0,55	0,45
4	4,30	4,48	9,00	8,64	0,8	0,9	0,7
5	5,30	5,48	10,00	9,64	1	1,1	0,9
6	6,40	6,62	12,00	11,57	1,6	1,8	1,4
8	8,40	8,62	16,00	15,57	1,6	1,8	1,4
10	10,5	10,77	20,00	19,48	2	2,2	1,8
12	13,00	13,27	24,00	23,48	2,5	2,7	2,3
16	17,00	17,27	30,00	29,48	3	3,3	2,7
20	21,00	21,33	37,00	36,38	3	3,3	2,7
24	25,00	25,33	44,00	43,38	4	4,3	3,7
30	31,00	31,39	56,00	55,26	4	4,3	3,7
36	37,00	37,62	66,0	64,8	5	5,6	4,4
42	45,00	45,62	78,0	76,8	8	9	7
48	52,00	52,74	92,0	90,6	8	9	7
56	62,00	62,74	105,0	103,6	10	11	9
64	70,00	70,74	115,0	113,6	10	11	9

Specifikace a odkazy na mezinárodní normy – část první

Materiál[a]		Ocel		Korozivzdorná ocel
	Druh[b]			A2 F1 C1 A4 C4
	Mezinárodní norma			ISO 3506-1
Mechanické vlastnosti	Třída tvrdosti	200 HV	300 HV[c]	200 HV
	Rozsah tvrdosti[d]	200 HV do 300 HV	300 HV do 370 HV	200 HV do 300 HV

PLOCHÉ KRUHOVÉ PODLOŽKY – MALÁ ŘADA
Výrobní třída A

Výběr z ČSN EN ISO 7092
(02 1707)
Účinnost od 1. 9. 2001



Plochá kruhová podložka, malé řady, výrobní třídy A vyrobená z oceli, jmenovité velikosti 8 mm a třídy tvrdosti 200 HV se označí následovně:

PODLOŽKA 8 ISO 7092-200 HV

Preferované rozměry

Rozměry v mm

Jmenovitá velikost (Jmenovitý průměr závitu, *d*)	Vnitřní průměr d_1		Vnější průměr d_2		Tloušťka h			Jmenovitá velikost (Jmenovitý průměr závitu, *d*)	Vnitřní průměr d_1		Vnější průměr d_2		Tloušťka h		
	jmen.	max.	jmen.	min.	jmen.	max.	min.		jmen.	max.	jmen.	min.	jmen.	max.	min.
	min.		max.						min.		max.				
1,6	1,70	1,84	3,5	3,2	0,3	0,35	0,25	6	6,40	6,62	11,00	10,57	1,6	1,8	1,4
2	2,20	2,34	4,5	4,2	0,3	0,35	0,25	8	8,40	8,62	15,00	14,57	1,6	1,8	1,4
2,5	2,70	2,84	5,0	4,7	0,5	0,55	0,45	10	10,5	10,77	18,00	17,57	1,6	1,8	1,4
3	3,20	3,38	6,0	5,7	0,5	0,55	0,45	12	13,00	13,27	20,00	19,48	2	2,2	1,8
4	4,30	4,48	8,00	7,64	0,5	0,55	0,45	16	17,00	17,27	28,00	27,48	2,5	2,7	2,3
5	5,30	5,48	9,00	8,64	1	1,1	0,9	20	21,00	21,33	34,00	33,38	3	3,3	2,7
								24	25,00	25,33	39,00	38,38	4	4,3	3,7
								30	31,00	31,39	50,00	49,38	4	4,3	3,7
								36	37,00	37,62	60,00	58,80	5	5,6	4,4

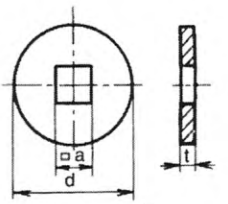
Specifikace a odkazy na mezinárodní normy – část druhá

Tolerance	Výrobní třída	A	
	Mezinárodní norma	ISO 4759-3	
Povrchová úprava		Jestliže není zvláštní dohoda mezi zákazníkem a dodavatelem jsou podložky bez povrchové úpravy, opatřené ochranným prostředkem proti korozi. Požadavky na elektrolyticky vyloučené povlaky jsou uvedeny v ISO 4042. Požadavky na neelektrolyticky nanášené povlaky ze zinkových mikrolamel jsou v ISO 10683. U kalených a popuštěných podložek, vhodně pokovených nebo povlakovaných má být zabráněno vzniku vodíkové křehkosti. Pokud jsou podložky elektrolyticky pokoveny nebo fosfátovány, mají být bezprostředně po pokovení nebo povlakování upraveny vhodným postupem a prostředky tak, aby se zabránilo vodíkové křehkosti. Všechny tolerance musí být stanoveny před pokovováním nebo povlakováním.	Podložky jsou provedeny bez povrchové úpravy
Provedení		Části podložky musí být bez nepravidelností a nepřípustných vad. Podložka musí být bez otřepů.	
Přijatelnost		Pro přejímací postup platí ISO 3269.	

[a] Jiné materiály podle dohody mezi zákazníkem a dodavatelem
[b] Uvedeno pouze chemické složení.
Zkušební síla: HV 2 pro jmenovité tloušťky $h \leq 0{,}6$ mm
HV 10 pro jmenovité tloušťky $0{,}6 < h \leq 1{,}2$ mm
HV 30 pro jmenovité tloušťky $h > 1{,}2$ mm
[c] Kalené a popuštěné.
[d] Zkouška tvrdosti podle ISO 6507-1.

PODLOŽKY SE ČTVERCOVÝM OTVOREM PRO DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE

Výběr z ČSN 02 1728
Účinnost od 1. 7. 1976



Označení podložky se čtvercovým otvorem pro dřevěné konstrukce se stranou otvoru $a = 6{,}6$ mm:

PODLOŽKA 6,6 ČSN 02 1728

Rozměry v mm

Strana otvoru a	d	t	Pro šroub Md	Strana otvoru a	d	t	Pro šroub Md
5,5	18	2	M5	14	45	4	M12
6,6	22	2	M6	18	58	5	M16
9	28	3	M8	22	68	5	M20
11	34	3	M10				

Význam doplňkových číslic

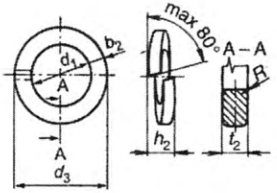
První doplňková číslice	Materiál	První doplňková číslice	Materiál
1	Ocel 11 423 nebo jiná s min. $R_m = 392$ MPa	5	Mosaz
		6	Olovo
2	Hliník	7	Lesklá lepenka
3	Měď	8	Tvrzený papír
4	Bronz	9	Podle zvláštního předpisu

Druhá doplňková číslice	Úprava povrchu	Druhá doplňková číslice	Úprava povrchu
0	Bez úpravy	5	Zinkování
1	Čistý povrch	6	Mosazení
2	Alkalické černění	7	Niklování
3	Fosfátování	8	Chromování
4	Kadmiování	9	Podle zvláštního předpisu

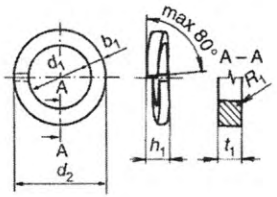
PRUŽNÉ PODLOŽKY

Výběr z ČSN 02 1740
(02 1740)
Účinnost od 1. 7. 1972

s obdélníkovým průřezem
ČSN 02 1741



s čtvercovým průřezem
ČSN 02 1740



Označení pružné podložky pod šroub čtvercového průřezu z oceli 14 260 s čistým povrchem pro šroub M20:

PODLOŽKA 20 ČSN 02 1740.11

Rozměry mm

Pro šroub M*d*	d_1 H15	d_2	d_3	$b_1 = t_1$	b_2	t_2	h_1	h_2	$R_1 \approx$
3	3,1	5,1	5,7	1,0±0,15	1,3±0,10	0,8±0,10	2,0–0,40	1,6–0,32	0,2
(3,5)	3,6	5,6	6,2	1,0±0,15	1,3±0,10	0,8±0,10	2,0–0,40	1,6–0,32	0,2
4	4,1	6,5	7,1	1,2±0,15	1,5±0,10	0,9±0,10	2,4–0,48	1,8–0,36	0,2
5	5,1	8,1	8,7	1,5±0,15	1,8±0,10	1,2±0,10	3,0–0,60	2,4–0,48	0,3
6	6,1	9,1	11,1	1,5±0,15	2,5±0,15	1,6±0,10	3,0–0,60	3,2–0,64	0,4
8	8,2	12,2	14,2	2,0±0,15	3,0±0,15	2,0±0,10	4,0–0,80	4,0–0,80	0,5
10	10,2	15,2	17,2	2,5±0,15	3,5±0,20	2,2±0,15	5,0–1	4,4–0,88	0,6
12	12,2	17,2	20,2	2,5±0,15	4,0±0,20	2,5±0,15	5,0–1	5,0–1,00	0,6
(14)	14,2	20,6	23,2	3,2±0,20	4,5±0,20	3,0±0,15	6,4–1,28	6,0–1,20	0,8
16	16,3	23,3	26,3	3,5±0,20	5,0±0,20	3,5±0,20	7,0–1,40	7,0–1,40	0,9
(18)	18,3	25,3	28,3	3,5±0,20	5,0±0,20	3,5±0,20	7,0–1,40	7,0–1,40	0,9
20	20,5	29,5	32,5	4,5±0,20	6,0±0,20	4,0±0,20	9,0–1,80	8,0–1,60	1
(22)	22,5	31,5	34,5	4,5±0,20	6,0±0,20	4,0±0,20	9,0–1,80	8,0–1,60	1
24	24,5	35,5	38,5	5,5±0,20	7,0±0,25	5,0±0,20	11–2,2	10–2,0	1
(27)	27,5	39,5	41,5	6,0±0,20	7,0±0,25	5,0±0,20	12–2,4	10–2	1,2
30	30,5	42,5	46,5	6,0±0,20	8,0±0,25	6,0±0,20	12–2,4	12–2,4	1,2
(33)	33,5	45,5	53,5	6,0±0,20	10±0,25	6,0±0,20	12–2,4	12–2,4	1,2
36	36,5	50,5	56,5	7,0±0,25	10±0,25	6,0±0,20	14–2,8	12–2,4	1,6
(39)	39,5	55,5	59,5	8,0±0,25	10±0,25	6,0±0,20	16–3,2	12–2,4	1,6
42	42,5	58,5	–	8,0±0,25	–	–	16–3,2	–	1,6

Rozměry v závorkách se nedoporučují

Podložky podle ČSN 02 1741 jsou vhodné pod šrouby a matice s běžným šestihranem

Podložky podle ČSN 02 1740 jsou vhodné pod matice a šrouby se zmenšeným šestihranem, pod šrouby s válcovou hlavou s drážkou nebo s vnitřním šestihranem, kde se hlava šroubu zapouští do zahloubení

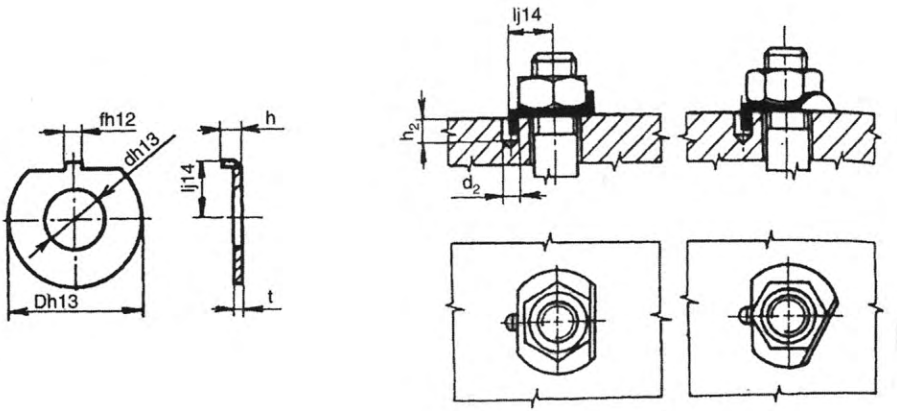
Pevnostní třída 45H – 12 061, 12 071, 14 260

1. doplňková číslice – materiál: 0 – 12 061, 12 071, 1 – 14 260, 9 – podle zvláštního ujednání

2. doplňková číslice – úprava povrchu viz str. 448.

POJISTNÉ PODLOŽKY S NOSEM

Výběr z ČSN 02 1753
Účinnost od 1. 11. 2003



Označení pojistné podložky s nosem s průměrem d = 21 mm, z oceli, s povrchem čistým:

PODLOŽKA 21 ČSN 02 1753.00

Rozměry v mm

Průměr podložky d H13	D h13	f h12	l j14	h	t	d_2	h_2 h14	Pro šroub Md
4,3	14	2,5	5,5	2,1	0,3	3	2,5	M4
5,3	17	3,5	7	2,5	0,5	4	3	M5
6,4	18	3,5	7,5	2,5	0,5	4	3	M6
8,4	22	3,5	9	3,6	0,8	4	4	M8
10,5	26	4,5	10	4,6	0,8	5	5	M10
13	30	4,5	12	5	1	5	6	M12
(15)	32	4,5	13	5	1	5	6	M14
17	36	5,5	15	5	1	6	6	M16
(19)	40	6	17	5	1	7	6	M18
21	42	6	18	5	1	7	6	M20
(23)	46	7	20	5	1	8	6	M22
25	50	7	21	6	1	8	7	M24
(28)	58	8	23	9	1,5	9	10	M27

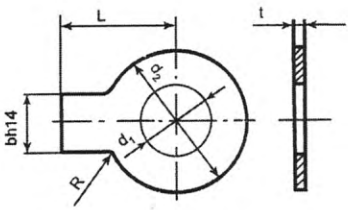
d_2, h_2 – průměr a hloubka díry pro nos podložky

1. doplňková číslice – materiál: 0 – ocel 11 321.21, 8 – mosaz 42 3213.20

2. doplňková číslice – úprava povrchu viz str. 448.

POJISTNÉ PODLOŽKY S JAZÝČKEM

Výběr z ČSN 02 1751
Účinnost od 1. 1. 1955



Označení pojistné podložky s jazýčkem, s průměrem d_1 = 17 mm, z oceli, s povrchem černěným:

PODLOŽKA 17 ČSN 02 1751.02

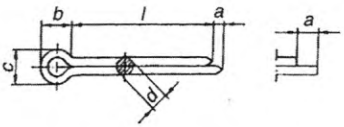
Rozměry v mm

Průměr podložky d_1 H13	d_2 h13	b h14	L	R	t		Průměr šroubu
					jmenovitý rozměr	mezní úchylky	
3,2	10	4	13	2,5	0,35	±0,03	3,0
(3,7)	11						3,5
4,3	13	5	14				4,0
5,3	17	6	16		0,50		5,0
6,4	18	7	18	4,0			6,0
8,4	22	8	20		0,80	±0,05	8,0
10,5	26	10	22	6,0			10,0
13,0	30	12	28	10,0	1,00	±0,06	12,0
(15,0)	32						14,0
17,0	36	15	32				16,0
(19,0)	40	18	36				18,0
21,0	42						20,0
(23,0)	45	20	42				22,0
25,0	50						24,0
(28,0)	58	23	48	16,0	1,50	±0,10	27,0
31,0	68	26	52				30,0
(34,0)	68	28	56				33,0
37,0	75	30	60				36,0
(40,0)	82	32	64				39,0

1. doplňková číslice — materiál: 0 — 11 321, 5 — 42 3213.20 (mosaz)
2. doplňková číslice — úprava povrchu viz str. 448.

ZÁVLAČKY

Výběr z ČSN EN ISO 1234 (02 1781)
Účinnost od 1. 4. 1999



Označení ocelové závlačky o jmenovitém průměru d_0 = 5 mm a délce l = 50 mm, bez úpravy povrchu:
ZÁVLAČKA 5 × 50 ISO 1234-St

Rozměry v mm

Průměr díry pro závlačku	d		a		b	c		Doporučené průměry spojovaných součástí				v min.
	max.	min.	max.	min.		max.	min.	šroub		čepů, vidlic		
								přes	do	přes	do	
0,6	0,5	0,4	1,6	0,8	2	1	0,9	–	2,5	–	2	–
0,8	0,7	0,6	1,6	0,8	2,4	1,4	1,2	2,5	3,5	2	3	2,0
1	0,9	0,8	1,6	0,8	3	1,8	1,6	3,5	4,5	3	4	2,0
1,2	1	0,9	2,5	1,25	3	2	1,7	4,5	5,5	4	5	2,3
1,6	1,4	1,3	2,5	1,25	3,2	2,8	2,4	5,5	7,0	5	6	2,3
2	1,8	1,7	2,5	1,25	4	3,6	3,2	7,0	9,0	6	8	3,0
2,5	2,3	2,1	2,5	1,25	5	4,6	4,0	9,0	11	8	9	3,5
3,2	2,9	2,7	3,2	1,6	6,4	5,8	5,1	11,0	14	9	12	5,0
4	3,7	3,5	4,0	2,0	8	7,4	6,5	14,0	20	12	17	5,0
5	4,6	4,4	4,0	2,0	10	9,2	8,0	20,0	27	17	23	7,0
6,3	5,9	5,7	4,0	2,0	12,6	11,8	10,3	27,0	39	23	29	8,0
8	7,5	7,3	4,0	2,0	16	15	13,1	39,0	56	29	44	10,0
10	9,5	9,3	6,3	3,15	20	19	16,6	56,0	80	44	69	12,0
13	12,4	12,1	6,3	3,15	26	24	21,7	80,0	120	69	110	15,0
16	15,4	15,1	6,3	3,15	32	30,8	27,0	120,0	170	110	160	15,0
20	19,3	19,0	6,3	3,15	40	38,6	33,8	170,0	–	160	–	18,0

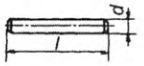
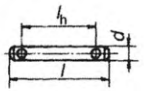
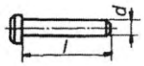
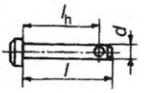
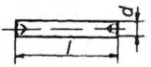
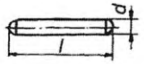
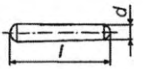
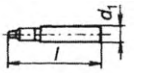
Materiál: Ocel (St) Slitiny mědi a zinku (Cu Zn) Měď (Cu) Slitiny hliníku (Al)
Austenitická korozivzdorná ocel (A) Jiné materiály podle dohody mezi zákazníkem

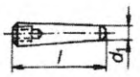
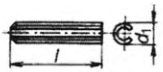
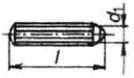
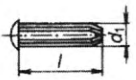
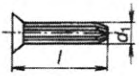
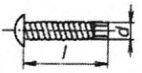
Rozměry v mm

Jmenovitý průměr závlačky d_0	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	13	16	20
Rozsah délek l	4 až 12	5 až 16	6 až 20	8 až 25	8 až 32	10 až 40	12 až 50	14 až 63	18 až 80	22 až 100	32 až 125	40 až 160	45 až 200	71 až 250	112 až 280	160 až 280

ČEPY, KOLÍKY A POJISTNÉ KROUŽKY

PŘEHLED ČEPŮ A KOLÍKŮ

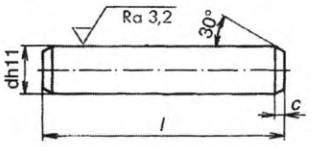
Název	Vyobrazení	Norma
Čepy bez hlavy	Tvar A 	ČSN EN 22340 (02 2101)
	Tvar B 	
Čepy s hlavou	Tvar A 	ČSN EN 22341 (02 2109)
	Tvar B 	ČSN 02 2112
Kolíky s konci k roznýtování		ČSN 02 2140
Válcové kolíky nezakalené		ČSN EN ISO 2338 (02 2150)
Kuželové kolíky nezakalené		ČSN EN 22339 (02 2153)
Kuželové kolíky s vnějším závitem nekalené		ČSN EN 28737 (02 2154)

Název	Vyobrazení	Norma
Kuželové kolíky s vnitřním závitem nezakalené		ČSN EN 28736 (02 2155)
Pružné kolíky se štěrbinou		ČSN EN ISO 8752 (02 2156)
Kuželové kolíky s hlavou		ČSN 02 2157
Kuželové rýhované kolíky s rýhováním do poloviny délky		ČSN EN ISO 8745 (02 2171)
Rýhované kolíky se sražením		ČSN EN ISO 8740 (02 2173)
Rýhované hřeby s půlkulovou hlavou		ČSN EN ISO 8746 (02 2190)
Rýhované hřeby se zápustnou hlavou		ČSN EN ISO 8747 (02 2191)
Šroubové hřeby		ČSN 02 2195

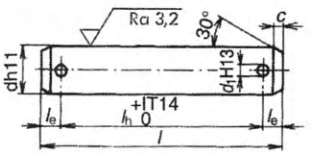
ČEPY BEZ HLAVY

Výběr z ČSN EN 22340 (02 2101)
Účinnost od 1. 9. 1995

Tvar A



Tvar B



Označení čepu bez hlavy tvaru A, o průměru $d = 20$ mm a délce $l = 100$ mm:

ČEP 20 × 100 A ISO 2340 – St

Pro tvar B s průměrem díry pro závlačku 6,3 mm

ČEP 20 × 100 × 6,3 B ISO 2340 – St

Jestliže se požaduje l_h, která nesouhlasí s $(l - 2l_e)$, nutno uvést v označení. Hodnoty l_e nesmí být menší než v tabulce, např. pro $l_h = 80$ mm:

ČEP 20 × 100 × 6,3 × 80 B ISO 2340 – St

Rozměry v mm

d[1]) h11	d_1[2]) H13	c max.	l_e min.	l min.	l max.
3	0,8	1	1,6	6	30
4	1,0	1	2,2	8	40
5	1,2	2	2,9	10	50
6	1,6	2	3,2	12	60
8	2,0	2	3,5	16	80
10	3,2	2	4,5	20	100
12	3,2	3	5,5	24	120
16	4,0	3	6,0	32	160
20	5,0	4	8,0	40	200
24	6,3	4	9,0	50	200
30	8,0	4	10,0	60	200
36	8,0	4	10,0	70	200
40	8,0	4	10,0	80	200
50	10,0	4	12,0	100	200
60	10,0	6	14,0	120	200
80	13,0	6	16,0	160	200
100	13,0	6	16,0	180	200

[1]) Jiné toleranční pole podle dohody.

[2]) Průměr díry d_1 = jmenovitému průměru závlaček.

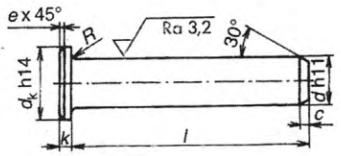
Délky l: 6; ... (po 2) ... 32; 35 ... (po 5) ... 100, dále po 20 mm.

Materiál (pevnostní třída): 14H, 22H, tvrdost 125 až 245 HV
Materiál: St = automatová ocel
Jiné materiály dle dohody.

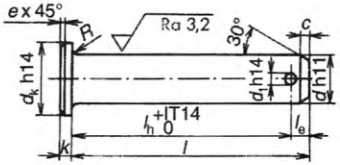
ČEPY S HLAVOU

Výběr z ČSN EN 22341 (02 2109)
Účinnost od 1. 10. 1995

Tvar A



Tvar B



Označení čepu s hlavou tvaru A, o průměru $d = 20$ mm a délce $l = 100$ mm:

ČEP 20 × 100 A ISO 2341 – St

Pro tvar B s průměrem díry pro závlačku 6,3 mm

ČEP 20 × 100 × 6,3 B ISO 2341 – St

Jestliže se požaduje l_h, která nesouhlasí s $(l - l_e)$, nutno uvést v označení. Hodnoty l_e nesmí být menší než v tabulce, např. pro $l_h = 80$ mm:

ČEP 20 × 100 × 6,3 × 80 B ISO 2341 – St

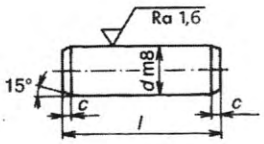
Rozměry v mm

d[1]) h11	d_k h14	k js14	R	e ≈	l min.	l max.
3	5	1,0	0,6	0,5	6	30
4	6	1,0	0,6	0,5	8	40
5	8	1,6	0,6	1,0	10	50
6	10	2,0	0,6	1,0	12	60
8	14	3,0	0,6	1,0	16	80
10	18	4,0	0,6	1,0	20	100
12	20	4,0	0,6	1,6	24	120
16	25	4,5	0,6	1,6	32	160
20	30	5,0	1,0	2,0	40	200
24	36	6,0	1,0	2,0	50	200
30	44	8,0	1,0	2,0	60	200
36	50	8,0	1,0	2,0	70	200
40	55	8,0	1,0	2,0	80	200
50	66	11,0	1,0	2,0	100	200
60	78	13,0	1,0	3,0	120	200
80	100	13,0	1,0	3,0	160	200
100	120	13,0	1,0	3,0	180	200

[1]) Jiné toleranční pole podle dohody.
Rozměry d_1; c; l_e a l jsou stejné jako v ČSN EN 22340.
Materiál: St = automatová ocel, tvrdost 125 až 245 HV, jiné materiály dle dohody.

VÁLCOVÉ KOLÍKY NEZAKALENÉ

Výběr z ČSN EN ISO 2338
(02 2150)
Účinnost od 1. 3. 1999



Označení válcového kolíku tvaru B, o průměru d = 4 mm a délce l = 20 mm z oceli 11 140.0

KOLÍK 4 × 20 B ISO 2338 – St

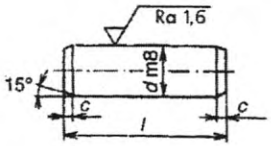
Rozměry v mm

d	m6/h8[1)]	0,5	0,8	1	1,2	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
c	=	0,12	0,16	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5	0,63	0,8	1,2	1,6	2	2,5	3	3,5	4	5	6,3	8
l	od	2	2	4	4	4	6	6	8	8	10	12	14	18	22	26	35	50	60	80	95
	do	6	8	10	12	16	20	24	30	40	50	60	80	95	140	180	200	200	200	200	200

Délky l: 2; 3; 4; 5; 6; (po 2) ... 32; 35 ... (po 5) ... 100 ... (dále po 20) mm.
Materiál: St = automatová ocel, tvrdost 125 HV30 až 245 HV 30
Austenitická korozivzdorná ocel A1 podle ISO 3506-1, tvrdost 210 HV30 až 280 HV30

VÁLCOVÉ KOLÍKY Z KALENÉ OCELI NEBO MARTENZITICKÉ KOROZIVZDORNÉ OCELI

Výběr z ČSN EN ISO 8734
(02 2152)
Účinnost od 1. 3. 1999



Válcový kolík z kalené oceli typ A, jmenovitého průměru d = 6 mm a jmenovité délky l = 30 mm je označen následovně:

VÁLCOVÝ KOLÍK 6 × 30 ISO 8734 - A – St

Válcový kolík z martenzitické korozivzdorné oceli druh C1, jmenovitého průměru d = 6 mm a jmenovité délky l = 30 mm je označen následovně:

VÁLCOVÝ KOLÍK 6 × 30 ISO 8734 – C1

Rozměry v mm

d	m6[1]	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20
c	≈	0,2	0,3	0,35	0,4	0,5	0,63	0,8	1,2	1,6	2	2,5	3	3,5
l	od	3	4	5	6	8	10	12	14	18	22	28	40	50
	do	10	16	20	24	30	40	60	80	100	100	100	100	100

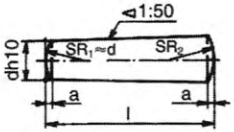
Délky l: 3; 4; 5; 6; ... (po 2) ... 32; 35; ... (dále po 5) mm.

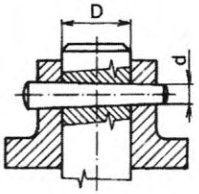
Požadavky a odkazy na mezinárodní normy

<table>
<tr><td rowspan="5">Materiál[1]</td><td colspan="3">Ocel</td><td>Martenzitická korozivzdorná ocel</td></tr>
<tr><td colspan="3">St</td><td>C 1 podle ISO 3506-1</td></tr>
<tr><td>Typ A
prokalený kolík</td><td colspan="2">Typ B
cementovaný kolík</td><td rowspan="3">Kalená a popouštěná na tvrdost 460 HV30 560 HV30</td></tr>
<tr><td colspan="3">Mezní hodnoty chemického složení (kontrolní analýzy) %</td></tr>
<tr><td>C 0,95 až 1,1
Si 0,15 až 0,35
Mn 0,25 až 0,4
P 0,03 max.
S 0,025 max.
Cr 1,35 až 1,65</td><td>C 0,06 až 0,13
Si 0,1 až 0,4
Mn 0,25 až 0,6
P 0,025 max.
S 0,05 max.</td><td>nebo
C 0,15 max.
Si 0,10 max.
Mn 0,9 až 1,3
P 0,07 max.
S 0,15 až 0,35
Pb 0,15 až 0,35</td></tr>
<tr><td>Tvrdost:
550 HV30
až 650 HV30</td><td colspan="2">Podle volby dodavatele.
Povrchová tvrdost:
600 HV1 až 700 HV1
Tvrdost vrstvy po cementování
0,25 až 0,4 mm; 550 HV1 mm.</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Povrchové úprava</td><td colspan="3">Jestliže není zvláštní dohoda mezi zákazníkem a dodavatelem a odběratelem jsou kolíky bez povrchové úpravy, opatřené ochranným prostředkem proti korozi.</td><td rowspan="2">Válcové kolíky jsou dodávány bez povrchové úpravy.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Jestliže jsou povrchy válcových kolíků pokoveny nebo povlakovány, proces musí být volen tak, aby se zabránilo vodíkové křehkosti. Pokud jsou válcové kolíky elektrolyticky pokoveny nebo fosfátovány musí být bezprostředně po pokovení nebo povlakování na základě vhodného postupu a vhodnými prostředky zabráněno škodlivé vodíkové křehkosti, jelikož nelze vyloučit přítomnost vodíku v materiálu (viz ISO 4042).
Všechny tolerance platí před povrchovou úpravou.</td></tr>
<tr><td>Drsnost povrchu</td><td colspan="4">$R_a \leq 0{,}8$ µm</td></tr>
<tr><td>Povrch</td><td colspan="4">Válcové kolíky musí být bez nepravidelností a nepřípustných vad.
Válcové kolíky musí být odjehleny.</td></tr>
<tr><td>Přijatelnost</td><td colspan="4">Pro přejímací postup platí ISO 3269.</td></tr>
<tr><td colspan="5">[1] Jiné materiály podle dohody mezi zákazníkem a dodavatelem.</td></tr>
</table>

KUŽELOVÉ KOLÍKY NEKALENÉ (ISO 2339)

Výběr z ČSN EN 22339 (02 2153)
Účinnost od 1. 9. 1995





Typ A (broušené): $R_a = 0{,}8$ μm
Typ B (soustružené): $R_a = 3{,}2$ μm

$$SR_2 = \frac{a}{2} + \frac{(0{,}02l)^2}{8a} + d$$

Označení kuželového kolíku o průměru $d = 6$ mm, délce $l = 30$ mm, drsnosti povrchu $R_a = 0{,}8$ μm, z oceli:

KUŽELOVÝ KOLÍK 6 × 30 ISO 2339 – A – St

Rozměry v mm

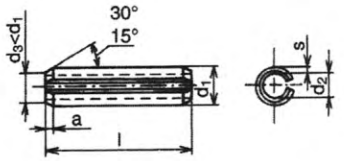
*d*h10	*a* ≈	*l* ≈	*D*	*d*h10	*a* ≈	*l* ≈	*D*
0,6	0,08	4 až 8	2	6,0	0,80	22 až 90	25, 30
0,8	0,10	5 až 12	3	8,0	1,00	22 až 120	35, 40
1,0	0,12	6 až 16	4	10,0	1,20	26 až 160	50, 60
1,2	0,16	6 až 20	5	12,0	1,60	32 až 180	80, 100
1,5	0,20	8 až 24	6	16,0	2,00	40 až 200	110, 160
2,0	0,25	10 až 35	8	20,0	2,50	45 až 200	160 a více
2,5	0,30	10 až 35	10	25,0	3,00	50 až 200	
3,0	0,40	12 až 45	10	30,0	4,00	55 až 200	
4,0	0,50	14 až 55	12, 16	40,0	5,00	60 až 200	
5,0	0,63	18 až 60	20	50,0	6,30	65 až 200	

D – průměr čepu.
Délky *l*: 4; 5; 6 ... (po 2) ... 32; 35 ... (dále po 5) 100 ... (po 20) mm.
Materiál: St = automatová ocel.
Tvrdost 125 až 245 HV, jiné materiály dle dohody.

PRUŽNÉ KOLÍKY SE ŠTĚRBINOU

Výběr z ČSN EN ISO 8752 (02 2156)
Účinnost od 1. 2. 2010

Pružný kolík s jmenovitým průměrem
$d_1 \leqq 12$ mm



Označení ocelového pružného kolíku se štěrbinou o průměru $d = 6$ mm s délkou $l = 30$ mm, tvar A:

PRUŽNÝ KOLÍK 6 × 30 ISO 8752 – St

Rozměry v mm

Jmenovitý rozměr	d_1 před montáží		d_2 před montáží	a		s	l	Nejmenší střižná síla ve dvou průřezech (kN)
	min.	max.	≈	min.	max.			
1,0	1,2	1,3	0,8	0,15	0,35	0,2	4 – 20	0,70
1,5	1,7	1,8	1,1	0,25	0,45	0,3	4 – 20	1,58
2,0	2,3	2,4	1,5	0,35	0,55	0,4	4 – 30	2,82
2,5	2,8	2,9	1,8	0,40	0,60	0,5	4 – 30	4,38
3,0	3,3	3,5	2,1	0,50	0,70	0,6	4 – 40	6,32
3,5	3,8	4,0	2,3	0,60	0,80	0,75	4 – 40	9,06
4,0	4,4	4,6	2,8	0,65	0,85	0,8	4 – 50	11,24
4,5	4,9	5,1	2,9	0,80	1,00	1,0	5 – 50	15,36
5,0	5,4	5,6	3,4	0,90	1,10	1,0	5 – 80	17,54
6,0	6,4	6,7	4,0	1,20	1,40	1,2	10 – 100	26,04
8,0	8,5	8,8	5,5	2,00	2,40	1,5	10 – 120	42,76
10,0	10,5	10,8	6,5	2,00	2,40	2,0	10 – 160	70,16
12,0	12,5	12,8	7,5	2,00	2,40	2,5	10 – 180	104,10
13,0	13,5	13,8	8,5	2,00	2,40	2,5	10 – 180	115,10
14,0	14,5	14,8	8,5	2,00	2,40	3,0	10 – 200	144,70
16,0	16,5	16,8	10,5	2,00	2,40	3,0	10 – 220	171,00
18,0	18,5	18,9	11,5	2,00	2,40	3,5	10 – 240	222,50
20,0	20,5	20,9	12,5	3,00	3,40	4,0	10 – 260	280,60
21,0	21,5	21,9	13,5	3,00	3,40	4,0	14 – 280	298,20
25,0	25,5	25,9	15,5	3,00	3,40	5,0	14 – 300	438,50
28,0	28,5	28,9	17,5	3,00	3,40	5,5	14 – 320	542,50
30,0	30,5	30,9	18,5	3,00	3,40	6,0	14 – 340	631,40

Jmenovité délky (mm): 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 60, 65, 70, 80, 90, 100, 120, 140, 160, 180, 200.

Průměr díry se rovná jmenovitému průměru příslušného kolíku, tolerance díry H12.

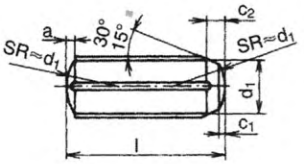
Požadavky a odkazy na mezinárodní normy

	Ocel	Austenitická korozivzdorná ocel	Martenzitická korozivzdorná ocel
	St	A	C
Materiál[1)]	Ocel (St) podle volby výrobce, buď:	Mezní hodnoty chemického složení (kontrolní analýzy) %	
	Plochá uhlíková ocel o složení C ≥ 0,65 % Mn ≥ 0,5 % (kontrolní analýzy) Kalená a popuštěná na tvrdost podle Vickerse 420 HV až 520 HV nebo izotermicky kalená na tvrdost podle Vickerse 500 HV až 560 HV nebo Křemíko-manganová ocel o složení C ≥ 0,5 % Si ≥ 1,5 % Mn ≥ 0,7 % (kontrolní analýzy) Kalená a popuštěná na tvrdost podle Vickerse 420 HV až 560 HV Zkouška prokalitelnosti podle ISO 6507-1.	C ≤ 0,15 Mn ≤ 2,00 Si ≤ 1,50 Cr 16 až 20 Ni 6 až 12 P ≤ 0,045 S ≤ 0,03 Mo ≤ 0,08 Zpracovaná za studena	C ≥ 0,15 Mn ≤ 1,00 Si ≤ 1,00 Cr 11,5 až 14 Ni ≤ 1,00 P ≤ 0,04 S ≤ 0,03 Kalená a popuštěná na tvrdost podle Vickerse 440 HV až 560 HV Zkouška prokalitelnosti podle ISO 6507-1

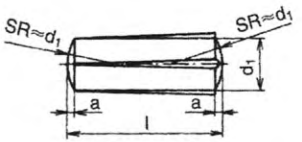
RÝHOVANÉ KOLÍKY

Výběr z	Účinnost od
ČSN EN ISO 8740 (02 2173)	1. 3. 1999
ČSN EN ISO 8744 (02 2170)	1. 3. 1999
ČSN EN ISO 8745 (02 2171)	1. 4. 1999

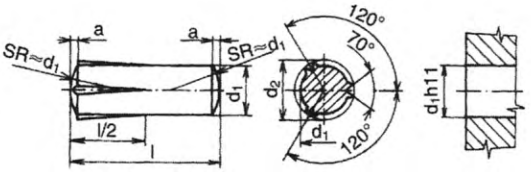
ČSN EN ISO 8740 (02 2173)



ČSN EN ISO 8744 (02 2170)



ČSN EN ISO 8745 (02 2171)



Označení rýhovaného kolíku o průměru $d_1 = 4$ mm a délce $l = 20$ mm:

RÝHOVANÝ KOLÍK 4 × 20 ISO 8740 – St

Rozměry v mm

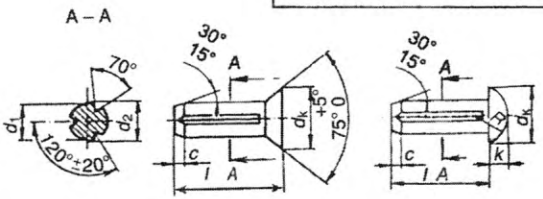
Průměr kolíku d_1	c_1	c_2	a	$F_{s\,min}$ (kN)	Rozsah délek l			Mezní úchylky délek
					ČSN EN ISO 8740	ČSN EN ISO 8744	ČSN EN ISO 8745	
1,5	0,12	0,6	0,2	1,6	8 až 20	8 až 20	8 až 20	+0,05
2,0	0,18	0,8	0,25	2,84	8 až 30	8 až 30	8 až 30	0
2,5	0,25	1,0	0,3	4,4	10 až 30	8 až 30	8 až 30	
3,0	0,30	1,2	0,4	6,4	10 až 40	8 až 40	8 až 40	
4,0	0,40	1,4	0,5	11,3	10 až 60	8 až 60	10 až 60	
5,0	0,50	1,7	0,63	17,6	14 až 60	8 až 60	10 až 60	±0,05
6,0	0,60	2,1	0,8	25,4	14 až 80	10 až 80	10 až 80	
8,0	0,80	2,6	1,0	45,2	14 až 100	12 až 100	14 až 100	
10,0	1,00	3,0	1,2	70,4	14 až 100	14 až 120	14 až 200	
12,0	1,20	3,8	1,6	101,8	18 až 100	14 až 120	18 až 200	
16,0	1,60	4,6	2,0	181,0	22 až 100	24 až 120	26 až 200	±0,10
20,0	2,00	6,0	2,5	283,0	26 až 100	26 až 120	26 až 200	
25,0	2,50	7,5	3,0	444,0	26 až 100	26 až 120	26 až 200	

$F_{s\,min}$ – minimální únosnost (střižná síla) dvoustřižných kolíků.
Délky l (mm): 8 … (po 2) … 32; 35 … (po 5) … 100 … (po 20) … 200.
Tolerance průměru d_1: 1,5 … 3,0 – h9; 4,0 … 25,0 – h11.
Materiál: St = automatová ocel – tvrdost 125 HV30 až 245 HV30, Austenitická korozivzdorná ocel A1 podle ISO 3506-1, tvrdost 210 HV30 až 280 HV30

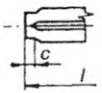
RÝHOVANÉ HŘEBY

Výběr z ČSN EN ISO 8746, 8747 (02 2190, 02 2191)
Účinnost od 1. 4. 1999, 1. 3. 1999

Tvar A se sražením



Tvar B s vodicím čepem
(podle volby výrobce nebo podle ujednání)



Označení rýhovaného hřebu s půlkulovou hlavou z automatové oceli s jmenovitým průměrem d_1 = 6 mm a délkou l = 30 mm s tvarem A

RÝHOVANÝ HŘEB 6 x 30 ISO 8746 – A – St

Rozměry v mm

Průměr hřebu d_1		Průměr hlavy d_k		c	k		$R \approx$
max	min	max	min		max	min	
1,4	1,35	2,60	2,20	0,42	0,90	0,70	1,4
1,6	1,55	3,00	2,60	0,48	1,10	0,90	1,6
2,0	1,95	3,70	3,30	0,60	1,30	1,10	1,9
2,5	2,425	4,60	4,20	0,75	1,60	1,40	2,4
3,0	2,925	5,45	4,95	0,90	1,95	1,65	2,8
4,0	3,90	7,25	6,75	1,20	2,55	2,25	3,8
5,0	4,90	9,10	8,50	1,50	3,15	2,85	4,6
6,0	5,90	10,80	10,20	1,80	3,75	3,45	5,7
8,0	7,85	14,40	13,60	2,40	5,00	4,60	7,5
10,0	9,85	16,00	14,90	3,00	7,40	6,50	8,0
12,0	11,80	19,00	17,70	3,60	8,40	7,50	9,5
16,0	15,80	25,00	23,70	4,80	10,90	10,00	13,0
20,0	19,20	32,00	30,70	6,00	13,90	13,00	16,5

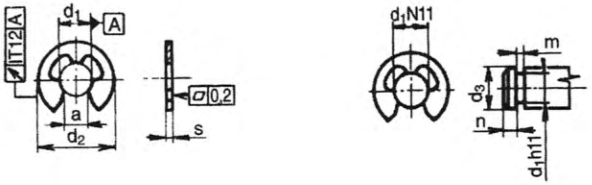
Úprava povrchu: brinýrování, fosfátování, zinkování, chromátování (viz ČSN ISO 2081 a ČSN ISO 4520)
Materiál: St – automatová ocel, tvrdost 125 až 245 HV 30
Průměr díry se rovná d_1, tolerance průměru díry je H11

Rozměry v mm

Délka hřebu l			Průměr hřebu d_1											
			1,4	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10	12	16	20
			Průměr rýhování d_2												
jmen.	min.	max.	+0,005 0			±0,05							±0,10		
3	2,8	3,2	1,50	1,70	2,15	2,70	3,20	4,25	5,25	6,30	8,30	10,35	12,35	16,40	20,50
4	3,7	4,3													
5	4,7	5,3													
6	5,7	6,3													
8	7,7	8,3													
10	9,7	10,3													
12	11,6	12,4													
16	15,6	16,4													
20	19,5	20,5													
25	24,5	25,5													
30	29,5	30,5													
35	34,5	35,5													
40	39,5	40,5													

POJISTNÉ TŘMENOVÉ KROUŽKY

Výběr z ČSN 02 2929
Účinnost od 1. 4. 1979



Označení pojistného třmenového kroužku o rozměru $d_1 = 6$ černěného v oleji:

KROUŽEK 6 ČSN 02 2929.00

Rozměry v mm

d_1 N11	d_2 $h13$	d_3	a H10	$m^{+0,05}$	n min.	s	
						jmenovitý rozměr	mezní úchylky
1,9	4,5	2,2 až 2,8	1,6	0,55	1,0	0,5	
2,3	6,0	2,8 až 3,9	1,9	0,55	1,0	0,5	
3,2	7,0	3,9 až 4,8	2,7	0,55	1,0	0,5	±0,035
4,0	9,0	4,8 až 6,0	3,3	0,85	1,2	0,8	
5,0	11,0	6,0 až 7,0	4,2	0,85	1,2	0,8	
6,0	12,0	7,0 až 8,0	5,0	0,85	1,2	0,8	
7,0	14,0	8,0 až 10,2	5,9	1,10	1,6	1,0	
9,0	18,5	10,2 až 13,4	7,6	1,10	2,0	1,0	±0,050
12,0	23,0	13,4 až 16,5	10,1	1,60	2,5	1,5	
15,0	29,0	16,5 až 20,6	12,6	1,60	3,0	1,5	
19,0	37,0	20,6 až 25,0	16,0	2,10	4,0	2,0	±0,080

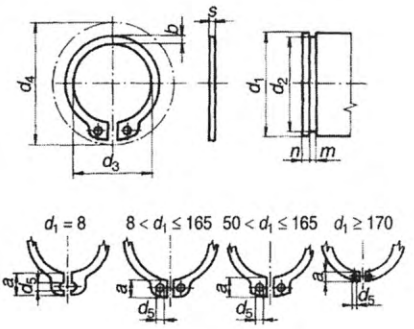
1. doplňková číslice — materiál: 0 — 12071
   1 — 14260
   4 — bronz
2. doplňková číslice — úprava povrchu:
   0 — černění v oleji
   2 — černění alkalické
   3 — fosfátování
   4 — kadmiování a chromátování
   5 — zinkování a chromátování
   6 — mosazení
   7 — niklování
   8 — chromování
   9 — podle zvláštního předpisu

POJISTNÉ KROUŽKY PRO HŘÍDELE

Výběr z ČSN 02 2930
Účinnost od 1. 3. 2003

Nenapružený kroužek

Drážka v hřídeli



Označení pojistného kroužku pro hřídel o průměru $d_1 = 40$ mm

POJISTNÝ KROUŽEK 40 ČSN 02 2930

Rozměry v mm

d_1	s h11	a	b ≈	d_2		d_3		d_4 při rozevření	d_5 min.	m		n
				jmenovitý	dovolená úchylka	jmenovitý	dovolená úchylka			min.	max.	
8	0,8	2,8	1,4	7,6		7,4	+0,00	14,2	1,2		1,32	0,60
10		3,0	1,8	9,6		9,3	−0,18	17,0	1,5			0,75
11		3,1	1,9	10,5		10,2		18,6				
12		3,2	2,0	11,5		11,0		19,0				
13	1,0	3,3	2,0	12,4	h11	11,9		20,0		1,1		1,00
14		3,4	2,1	13,4		12,9	+0,18	22,0				
15		3,5	2,2	14,3		13,8	−0,36	23,0	1,7			
16		3,6	2,3	15,2		14,7		24,2				1,20
17		3,7	2,4	16,2		15,7		25,4				
18		3,8	2,6	17,0		16,5		26,8				
19		3,8	2,6	18,0		17,5		27,8				1,50
20		3,9	2,7	19,0		18,5		28,8				
21	1,2	4,0	2,8	20,0		19,5		30,0		1,3		
22		4,1	2,9	21,0		20,5	+0,21	31,2				
24		4,2	3,1	22,9		22,2	−0,42	33,4	2,0			
25		4,3	3,1	23,9		23,2		34,6				1,80
26		4,4	3,1	24,9		24,2		35,8				
28		4,6	3,2	26,6		25,9		38,2				2,00
30		4,8	3,5	28,6		27,9		40,6				
32	1,5	5,0	3,7	30,3		29,6		43,0		1,6		
34		5,3	3,9	32,3		31,5		45,6				2,50
35		5,4	4,0	33,0		32,2	+0,25	46,8	2,5			
36		5,4	4,1	34,0		33,2	−0,50	47,8				
38		5,6	4,3	36,0	h12	35,2		50,2		1,85	2,5	3.00

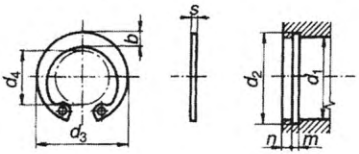
d_1	s h11	a	b ≈	d_2 jmenovitý	d_2 dovolená úchylka	d_3 jmenovitý	d_3 dovolená úchylka	d_4 při rozevření	d_5 min.	m min.	m max.	n
40	1,75	5,8	4,5	37,5	h12	36,5	+0,39 −0,78	53,0	2,5	1,85	2,5	3,75
42		6,2	4,7	39,5		38,5		55,4				
45		6,3	4,8	42,5		41,5		58,6				
47		6,5	4,8	44,5		43,5		61,0				
48		6,5	4,8	45,5		44,5		62,0				
50	2,0	6,7	5,0	47,0		45,8		64,4		2,15		4,50
52		6,8	5,0	49,0		47,8		66,6				
55		7,0	5,0	52,0		50,8	+0,46 −0,92	70,0				
58		7,1	5,5	55,0		53,8		73,2				
60		7,2	5,5	57,0		55,8		75,4				
62		7,2	5,5	59,0		57,8		77,4				
65		7,4	6,4	62,0		60,8		81,0				
68		7,8	6,4	65,0		63,5		84,6				
70		7,8	6,4	67,0		65,5		86,6				
72	2,5	7,9	7,0	69,0		67,5		88,8		2,65	4,0	5,25
75		7,9	7,0	72,0		70,5		92,0				
80		8,2	7,4	76,5		74,5		97,4				
82		8,3	7,4	78,5		76,5		99,6	3,0			
85	3,0	8,4	8,0	81,5		79,5		103,0		3,15		
90		8,7	8,0	86,5		84,5	+0,54 −1,08	108,0				
95		9,1	8,6	91,5		89,5		114,4				
100		9,5	9,0	96,5		94,5		120,8				
105	4,0	9,8	9,5	101,0	h13	98,0		125,8		4,15	6,0	6,0
110		10,0	9,5	106,0		103,0		131,8				
115		10,5	9,5	111,0		108,0		137,8				
120		10,9	10,3	116,0		113,0		143,0				
125		11,3	10,3	121		118		148,6				
130		11,5	11	126		123	+0,63 −1,26	154,8	3,5			7,5
135				131		128		159,4				
140		11,8		136		133		164,6				
145			11,6	141		138		170,2				
150		12,3		145		142		175,0				
155		12,7	12,2	150		146		181,4				
160		12,9		155		151		187,2				
165		13,1	12,9	160		155,5		192,2				
170		7,5		165		160,5		197	4			
175				170		165,5		202				
180			13,5	175		170,5		208				
185				180		175,5		213				
190	5,0	8	14	185		180,5	+0,72 −1,44	219		5,15		9
195				190		185,5		224				
200				195		195,5		229				
210		8,5		204		198		239				
220				214		208		249				
230				224		218		259				
240				234		228		269				
250				244		238		279				
260		9	15	252		245		293				12
270				262		255	+0,81 −1,62	303				
280				272		265		313				
290				282		275		323				
300				292		285		333				

Použití pojistných kroužků je omezeno odstředivou silou. Pro kroužky pro $d_1 \leqq 100$ mm je nejvyšší dovolená obvodová rychlost 18 m . s^{-1} a pro $d_1 > 100$ mm je 15 m . s^{-1}.

POJISTNÉ KROUŽKY PRO DÍRY

Výběr z ČSN 02 2931
Účinnost od 1. 3. 2003

Nenapružený kroužek



Drážka v díře

$d_1 \leqq 165$ $\quad 50 < d_1 \leqq 165$ $\quad d_1 \geqq 170$

Označení pojistného kroužku pro díru o průměru $d_1 = 40$ mm:

POJISTNÝ KROUŽEK 40 ČSN 02 2931

Rozměry v mm

d_1	s h11	a	b ≈	d_2 jmenovitý	d_2 dovolená úchylka	d_3 jmenovitý	d_3 dovolená úchylka	d_4 při sevření	d_5 min.	m min.	m max.	n
10		3,1	1,6	10,4		10,8		3,0	1,2			
12		3,3	1,6	12,5		13,0		4,6				0,75
13		3,5	1,7	13,6		14,1	+0,36	5,2	1,5			
14		3,6	2,0	14,6		15,1	−0,18	6,0				1,00
15		3,6	2,0	15,7	H11	16,2		7,0				
16	1,0	3,7	2,1	16,8		17,3		7,8	1,7			1,20
17		3,8	2,2	17,8		18,3		8,6		1,1		
18		4,0	2,4	19,0		19,5		9,0				
19		4,0	2,5	20,0		20,5		10,0				1,50
20		4,0	2,5	21,0		21,5	+0,42	11,0				
21		4,1	2,5	22,0		22,5	−0,21	11,8				
22		4,1	2,6	23,0		23,5		12,8				
24		4,3	2,7	25,2		25,9		14,4	2,0			
25		4,4	2,9	26,2		26,9		15,2				1,80
26	1,2	4,6	3,0	27,2		27,9		15,8				
28		4,6	3,2	29,2		30,1		17,8		1,3		2,00
30		4,7	3,2	31,4		32,1		19,6				
32		5,2	3,3	33,7		34,4		20,6			2,5	2,50
34		5,6	3,5	35,7		36,5	+0,50	21,8				
35		5,6	3,5	37,0		37,8	−0,25	22,8				
36	1,5	5,6	3,5	38,0	H12	38,8		23,8		1,6		3,00
37		5,6	3,7	39,0		39,8		24,8				
38		5,6	4,0	40,0		40,8		25,8				
40		5,7	4,0	42,5		43,5	+0,78	27,6				
42		5,8	4,0	44,5		45,5	−0,39	29,2				
45	1,75	5,9	4,3	47,5		48,5		32,2	2,5	1,85		3,75
47		6,1	4,5	49,5		50,5		33,8				
48		6,2	4,5	50,5		51,5		34,6				
50		6,5	4,5	53,0		54,2		36,0				
52		6,5	5,1	55,0		56,2	+0,92	38,0				
55	2,0	6,5	5,1	58,0		59,2	−0,46	41,0		2,15		4,50
58		6,8	5,1	61,0		62,2		43,4				
60		6,8	5,5	63,0		64,2		45,4				
62		6,9	5,5	65,0		66,2		47,2				

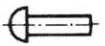
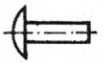
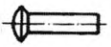
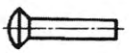
d_1	s h11	a	b ≈	d_2 jmenovitý	d_2 dovolená úchylka	d_3 jmenovitý	d_3 dovolená úchylka	d_4 při sevření	d_5 min.	m min.	m max.	n
63	2,5	6,9	5,5	66,0	H12	67,2	+0,92 −0,46	48,2	2,5	2,65	4	4,5
65		7,0	5,5	68,0		69,2		50,0				
68		7,4	6,0	71,0		72,5		52,2	3			
70		7,4	6,0	73,0		74,5		54,2				
72		7,4	6,6	75		76,5		56,2				
75		7,8		78		79,5		58,4				
78		8	7	81		82,5	+1,08 −0,54	61				5,25
80				83,5		85,5		63				
82				85,5		87,5		65				
85	3	8,3	7,6	88,5		90,5		68		3,15		
90		8,5	8	93,5		95,5		72,4				
95		8,8	8,3	98,5		100,5		77				
100		9,1	8,9	103,5	H13	105,5		81,4		4,15	6	6
105	4	10,2	9,5	109		112	+1,26 −0,63	85,8	3,5			
110				114		117		88,6				
115				119		122		93,6				
120		10,7	10	124		127		97,6				
125				129		132		102,6				
130				134		137		107,6				
135		11	10,8	139		142		112				
140				144		147		117				
145				149		152		122				
150		11,8	11,5	155		158		125				7,5
155		11,8		160		164		130				
160		12,5	12	165		169		134				
165		12,7		170		174,5		139				
170		7,5	12,5	175		179,5	+1,44 −0,72	144	4			
175			13	180		184,5		149				
180				185		189,5		152				
185			13,5	190		194,5		157				
190		8		195		199,5		162				
195				200		204,5		167				
200			14	205		209,5		171				
210	5	8,5		216		222	+1,62 −0,81	181		5,15		9
220		8,7		226		232		191				
230		9		236		242		201				
240				246		252		211				
250				256		262		221				
260			16	268		275		227				12
270				278		285		237				
280				288		295		247				
290				298		305		257				
300				308		315		267				

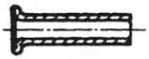
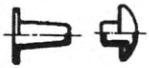
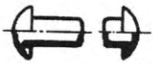
Od velikosti 50 jsou kroužky na bočních plochách broušeny.
Drsnost ploch kroužků: soustružené $R_a \leqq 3{,}2$ µm, broušené $R_a \leqq 1{,}6$ µm.

NÝTY

PŘEHLED NÝTŮ

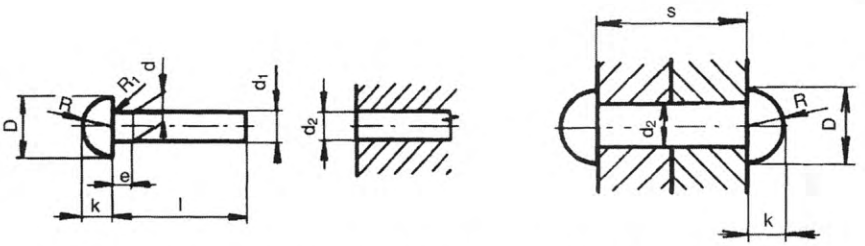
Výběr z ČSN 02 2300
Účinnost od 1. 7. 1969

Název	Průměr (mm)	Vyobrazení	ČSN
Nýty s půlkulovou hlavou	1 až 36		02 2301
Přesné nýty s půlkulovou hlavou	1,6 až 10		02 2302
Nýty s plochou kulovou hlavou	5 až 10		02 2303
Přesné nýty s plochou kulovou hlavou	2 až 8		02 2304
Zápustné nýty	1 až 36		02 2311
Zápustné nýty s velkou hlavou	4		02 2313
Zápustné nýty s čočkovitou hlavou	1,6 až 8		02 2315
Zápustné nýty s čočkovitou hlavou s úhlem 100°	1,6 až 5		02 2317
Přesné nýty zápustné s čočkovitou hlavou	2 až 8		02 2320
Nýty s plochou hlavou	1,4 až 8		02 2330

Název	Průměr (mm)	Vyobrazení	ČSN
Navrtané nýty s plochou hlavou	3 až 8		02 2331
Tažené nýty kuželové	1,6 až 6		02 2379
Trubkové nýty tenkostěnné válcové	1,6 až 6		02 2380
Trubkové nýty s lisovanou hlavou	4 až 8		02 2381
Trubkové nýty s lemovanou hlavou	4 až 8		02 2382
Dvoudílné nýty otevřené	2 až 3,5		02 2039
Dvoudílné nýty uzavřené	3 až 4		02 2039
Trhací nýty otevřené s předepsaným přetržením trnu	2,4 až 6,4		EN ISO 15977 (02 2344)

NÝTY S PŮLKULOVOU HLAVOU

Výběr z ČSN 02 2301
Účinnost od 1. 5. 2004



Označení nýtu s půlkulovou hlavou o průměru $d = 5$ mm, s délkou $l = 20$ mm z oceli 11 343:

NÝT 5 × 20 ČSN 02 2301.1

Rozměry v mm

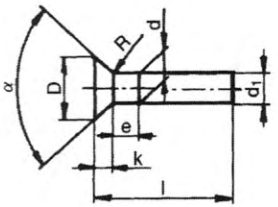
Průměr nýtu d	D	k	R ≈	R_1 max.	e	Průměr díry d_2	Průměr drátu d_1
1,0	1,8	0,6	1,0			1,1	
1,2	2,1	0,7	1,2			1,3	
(1,4)	2,5	0,8	1,4		1,5	1,5	
1,6	2,9	1,0	1,6	0,2		1,7	
2,0	3,5	1,2	1,9			2,2	
2,5	4,4	1,5	2,4			2,7	
3,0	5,3	1,8	2,9		3,0	3,2	
(3,5)	6,3	2,1	3,4			3,7	
4,0	7,1	2,4	3,8	0,4		4,3	
5,0	8,8	3,0	4,7			4,3	
6,0	11,0	3,6	6,0		4,0	6,4	
8,0	14,0	4,8	7,5	0,5		8,4	
10,0	16,0	6,0	9,0	0,6		11,0	9,8
12,0	19,0	7,2	10,0		6,0	13,0	11,8
(14,0)	22,0	8,4	11,4	0,8		15,0	13,5
16,0	25,0	9,5	13,0			17,0	15,8
(18,0)	27,0	11,0	13,8			19,0	17,5
20,0	30,0	12,0	15,4	1,0	8,0	21,0	19,5
(22,0)	35,0	13,0	18,0			23,0	21,5
24,0	37,0	16,0	19,5	1,2		25,0	23,0

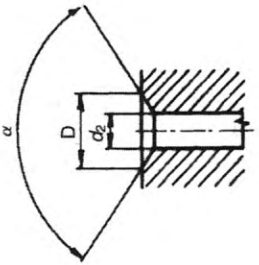
První doplňková číslice	Průměr nýtu d	Materiál
1	1 až 1,6	ocel 11 300
	2 až 2,5	ocel 11 320
	3 až 36	ocel 11 343
2	12 až 27	ocel třídy 10
3	1 až 10	hliník
4	1 až 8	slitina hliníku
5	1 až 8	slitina hliníku
7	1 až 10	měď 42 3005
8	1 až 10	mosaz
9	podle zvláštního předpisu	

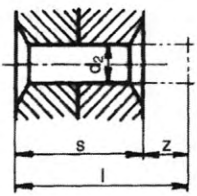
Jmenovité délky (mm): 2 až 10 po 1 mm, 12 až 42 po 2 mm, 45, 48, 50, 52, 55, 58, 60, 65 až 100 po 5 mm, 110 až 180 po 10 mm.

ZÁPUSTNÉ NÝTY

Výběr z ČSN 02 2311
Účinnost od 1. 6. 2004







Označení zápustného nýtu o průměru $d = 5$ mm s délkou $l = 20$ mm z oceli 11 320

NÝT 5 × 20 ČSN 02 2311.1

Rozměry v mm

Průměr nýtu d	D	k	α (°)	R max.	e	Průměr díry d_2	Průměr drátu (tyče) d_1
1,0	1,9	0,5	90°	0,1	1,5	1,1	
1,2	2,3	0,6				1,3	
(1,4)	2,7	0,7				1,5	
1,6	2,9	0,7				1,7	
2,0	3,9	1,0				2,2	
2,5	4,5	1,1				2,7	
3,0	5,2	1,2			3,0	3,2	
(3,5)	6,1	1,4				3,7	
4,0	7,0	1,6		0,2		4,3	
5,0	8,8	2,0			4,0	5,3	
6,0	10,3	2,4		0,25		6,4	
8,0	13,9	3,2				8,4	
10,0	17,0	4,8	75°	0,3	6,0	11,0	9,8
12,0	20,0	5,6		0,4		13,0	11,8
(14,0)	24,0	6,8				15,0	13,5
							13,8
16,0	24,0	7,2	60°	0,5		17,0	15,5
							15,8
(18,0)	27,0	8,0			8,0	19,0	17,5
20,0	30,0	9,0				21,0	19,5
(22,0)	33,0	10,0				23,0	21,5
24,0	36,0	11,0		0,6		25,0	23,0

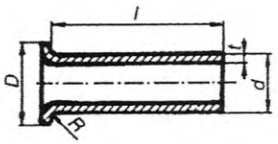
Materiál viz str. 471.

Jmenovité délky (mm): 2 až 10 po 1 mm, 12 až 42 po 2 mm, 45, 48, 50, 52, 55, 58, 60, 65 až 100 po 5 mm, 110 až 180 po 10 mm.

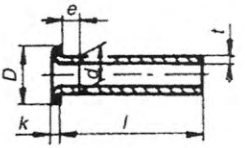
TRUBKOVÉ NÝTY

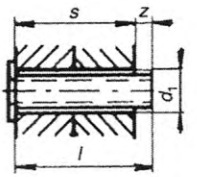
Výběr z ČSN 02 2380 a 02 2382
Účinnost od 1. 8. 2004 a 1. 1. 1970

ČSN 02 2380



ČSN 02 2382





Označení mosazného trubkového nýtu o průměru $d = 2{,}5$ mm a délce $l = 10$ mm, leštěného:

NÝT 2,5 × 10 ČSN 02 2380.0

Označení trubkového nýtu s lemovanou hlavou o průměru $d = 5$ mm, délky $l = 20$ mm, z oceli, bez povrchové úpravy:

NÝT 5 × 20 ČSN 02 2382.10

Rozměry v mm

Průměr nýtu d	Rozměry												
	ČSN 02 2380						ČSN 02 2382						
	D	t	d_1	z	R max.	l	D	t	d_1	z	e	k	l
2,0	3,0	0,25	2,2	1,5	0,20	6 až 15	–	–	–	–	–	–	–
2,5	3,5	0,25	2,8	1,7	0,25	7 až 15	–	–	–	–	–	–	–
3,0	4,5	0,25	3,2	1,8	0,30	7 až 32	–	–	–	–	–	–	–
4,0	6,0	0,40	4,3	2,0	0,40	8 až 35	6	0,8	4,1	2,25	3	0,75	4 až 20
5,0	7,5	0,40	5,3	2,3	0,50	8 až 38	8	0,8	5,1	3	4	1	6 až 30
6,0	8,5	0,40	6,4	2,5	0,60	7 až 30	10	1	6,1	4,5	4	1,2	10 až 40
8,0	–	–	–	–	–	–	12	1,2	8,1	4,5	4	1,5	16 až 80

Trubkové nýty podle ČSN 02 2380 se vyrábějí z mosazi. Povrchová úprava se značí na prvním místě za číslem normy:

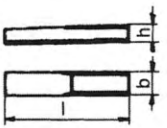
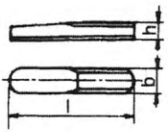
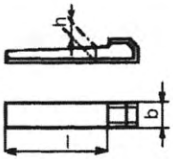
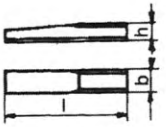
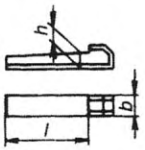
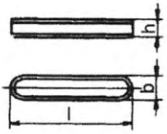
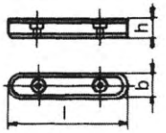
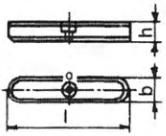
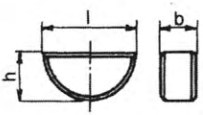
0 – lesklé
2 – lakované
3 – cínované
5 – zinkované
7 – niklované
8 – stříbřené
9 – podle zvláštního předpisu

Trubkové nýty podle ČSN 02 2382 mají značení za číslem normy:

1. doplňková číslice značí materiál:
   1 – ocel 12 011.1
   9 – podle zvláštního předpisu
2. doplňková číslice značí úpravu povrchu:
   0 – bez povrchové úpravy
   4 – kadmiování
   5 – zinkování
   9 – podle zvláštního předpisu

KLÍNY A PERA

PŘEHLED KLÍNŮ A PER

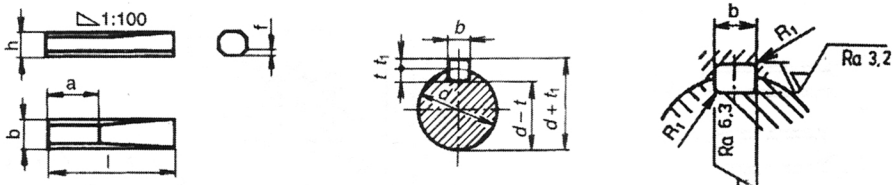
ČSN 02 2512 Klín drážkový bez nosu	ČSN 02 2513 Klín vsazený	ČSN 02 2514 Klín drážkový s nosem
		
ČSN 02 2531 Klín ploský bez nosu	ČSN 02 2532 Klín ploský s nosem	ČSN 02 2562 Pero těsné
		
ČSN 02 2570 Pero výměnné se 2 přídržnými šrouby	ČSN 02 2575 Pero výměnné s 1 přídržným šroubem	ČSN 30 1385 Pero Woodruffovo
		

Mezní úchylky délek: 8 až 28 mm, dolní −0,2, horní 0
32 až 80 mm, dolní −0,3, horní 0
90 až 400 mm, dolní −0,5, horní 0

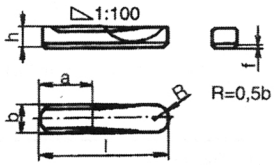
KLÍNY DRÁŽKOVÉ, VSAZENÉ, DRÁŽKOVÉ S NOSEM

Výběr z ČSN 02 2512 až 02 2514
Účinnost od 1. 11. 2003

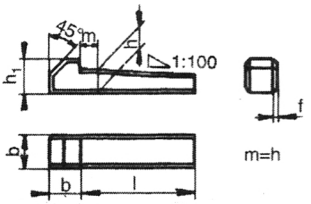
ČSN 02 2512



ČSN 02 2513



ČSN 02 2514



Označení drážkového klínu šířky $b = 10$ mm, výšky $h = 8$ mm, délky $l = 45$ mm:

KLÍN 10 × 8 × 45 ČSN 02 2512

Rozměry v mm

Průměr hřídele d	Rozměry				Délka l		Hloubka drážky		Poloměr drážky R_1
	b	h	f	h_1	bez nosu a vsazeného	s nosem	t	t_1	
10 až 12	4	4		7	12 až 25	18 až 32	2,4	1,4	
12 až 17	5	5		8	16 až 32	18 až 40	2,9	1,9	
17 až 22	6	6	0,5	9	20 až 40	22 až 50	3,5	2,2	0,4
22 až 30	8	7		10	25 až 50	28 až 63	4,1	2,6	
30 až 38	10	8		12	32 až 63	32 až 80	4,7	3,0	
38 až 44	12	8		12	40 až 80	40 až 100	4,9	2,8	
44 až 50	14	9		13	45 až 90	50 až 110	5,5	3,2	
50 až 58	16	10		15	50 až 100	56 až 125	6,2	3,5	
58 až 65	18	11	0,7	17	56 až 110	63 až 140	6,8	3,8	0,6
65 až 75	20	12		19	63 až 125	70 až 160	7,4	4,2	
75 až 85	22	14		22	70 až 140	80 až 180	8.5	5,1	
85 až 95	25	14		22	80 až 160	90 až 220	8,7	4,9	
95 až 110	28	16	1,2	25	90 až 180	100 až 250	9,9	5,7	

t — hloubka drážky v hřídeli, t_1 — hloubka drážky v náboji.

Materiál: 11 600.0.

Tolerance: šířka b c11, šířka drážky v hřídeli i v náboji P9, výška h — klín bez nosu se čtvercovým průřezem h9, s obdélníkovým průřezem h11.

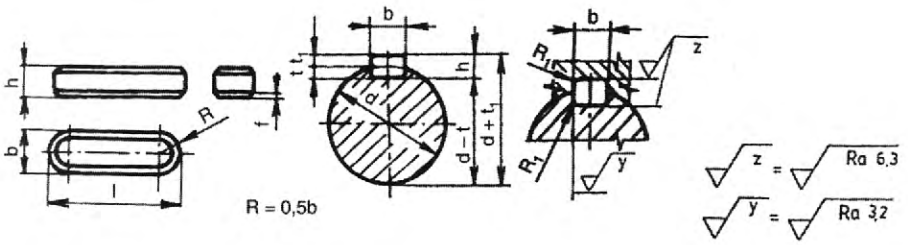
Pro klíny 25 × 14 je $a = 37 \pm 3$, pro klíny 28 × 16 je $a = 48 \pm 4$.

Délky: 12 … po 2 … 22, 25, 28 … po 4 … 40, 45, 50, 56, 63, 70 … po 10 … 110, 125, 140 … po 20 … 220, 250, 280, 315, 355, 400, 450 mm

Mezní úchylky délek: 8 až 28 mm, dolní −0,2, horní 0
32 až 80 mm, dolní −0,3, horní 0
90 až 400 mm, dolní −0,5, horní 0

PERA TĚSNÁ

Výběr z ČSN 02 2562
Účinnost od 1. 11. 2003



Označení těsného pera o šířce $b = 12$ mm,, výšce $h = 10$ mm a délce $l = 80$ mm, s mezními úchylkami šířky e7:

PERO 12e7 × 10 × 80 ČSN 02 2562

Rozměry v mm

Průměr hřídele d	Rozměry				Hloubka drážky				Poloměr drážky R_1
	b	h	f	l	t	mezní úchylky	t_1	mezní úchylky	
6 až 8	2	2	0,25	8 až 20	1,1		0,9		0,2
8 až 10	3	3		8 až 36	1,7	+0,1	1,3		
10 až 12	4	4		10 až 45	2,4	0,0	1,6		
12 až 17	5	5	0,5	12 až 56	2,9		2,1	+0,2	0,4
17 až 22	6	6		16 až 70	3,5		2,5	+0,1	
22 až 30	8	7		20 až 90	4,1		2,9		
30 až 38	10	8		25 až 110	4,7		3,3		
38 až 44	12	8		32 až 110	4,9		3,1		
44 až 50	14	9		40 až 140	5,5		3,5		
50 až 58	16	10	0,7	45 až 180	6,2		3,8		0,6
58 až 65	18	11		50 až 200	6,8	+0,2	4,2		
65 až 75	20	12		56 až 220	7,4	0,0	4,6	+0,4	
								+0,2	
75 až 85	22	14		63 až 250	8,5		5,3		
85 až 95	25	14		70 až 280	8,7		5,5		
95 až 110	28	16	1,2	80 až 315	9,9		6,1		1,0

t — hloubka drážky v hřídeli, t_1 — hloubka drážky v náboji.

Materiál: 11 600.

Mezní úchylky délek per jsou jako u vsazených klínů.

Tolerance: šířka e7 nebo h9, výška h9 — pera čtvercového průřezu, h11 — pera obdélníkového průřezu, šířka drážky v hřídeli i v náboji P9.

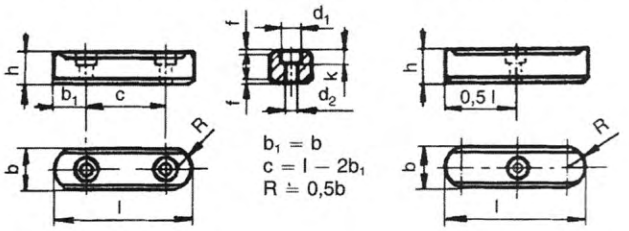
Délky: 8 ... po 2 ... 22, 25, 28 ... po 4 ... 40, 45, 50, 63, 70 ... po 10 ... 110, 125, 140 ... po 20 ... 220, 250, 280, 315, 355, 400 mm

Mezní úchylky délek: 8 až 28 mm, dolní −0,2, horní 0
32 až 80 mm, dolní −0,3, horní 0
90 až 400 mm, dolní −0,5, horní 0

PERA VÝMĚNNÁ
S DVĚMA NEBO JEDNÍM PŘÍDRŽNÝM ŠROUBEM

Výběr z ČSN 02 2570 a 02 2575
Účinnost od 1. 11. 2003

ČSN 02 2570 ČSN 02 2575



Označení pera o šířce $b = 10$ mm, výšce $h = 8$ mm a délce $l = 63$ mm se dvěma přídržnými šrouby:

PERO 10 × 8 × 63 ČSN 02 2570

Rozměry v mm

Průměr hřídele d		Rozměry pera		Délka pera l		Rozměry děr			Hloubka drážky		Šroub $Md_3 \times l_3$
od	do	b	h	s jedním šroubem	se dvěma šrouby	d_1	d_2	k	t v hřídeli	t_1 v náboji	
22	30	8	7	20 až 36	–	5,8	3,2	2,2	4,1	2,9	M3 × 8
30	38	10	8	25 až 45	50 až 110	5,8	3,2	2,2	4,7	3,3	M3 × 10
38	44	12	8	32 až 50	63 až 140	7,4	4,3	3,0	4,9	3,1	M4 × 10
44	50	14	9	40 až 56	70 až 160	9,4	5,3	3,7	5,5	3,5	M5 × 10
50	58	16	10	45 až 63	80 až 180	9,4	5,3	3,7	6,2	3,8	M5 × 12
58	65	18	11	50 až 70	90 až 200	10,5	6,4	4,2	6,8	4,2	M6 × 12
65	75	20	12	56 až 80	100 až 220	10,5	6,4	4,2	7,4	4,6	M6 × 12
75	85	22	14	63 až 90	125 až 250	10,5	6,4	4,2	8,4	5,5	M6 × 15
85	95	25	14	70 až 90	140 až 280	13,5	8,4	5,3	8,7	5,3	M8 × 15
95	110	28	16	80 až 100	160 až 315	16,5	10,5	6,3	9,9	6,1	M10 × 18

Materiál: 11 600.

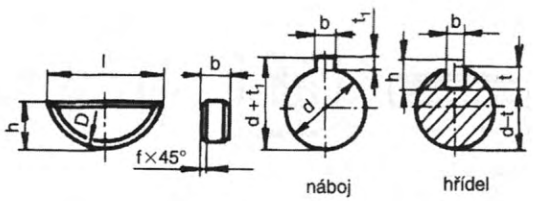
Délky: 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, ... (po 10) ..., 110, 125, 140, ... (po 20) ..., 220, 250, 280, 315, 355, 400 mm.

Tolerance pera: šířka b d9, výška h h11.

Pro $b < 8$ mm, $f = \left(0{,}5\ {}^{+0{,}2}_{0{,}0}\right)$ mm, pro $8 \leqq b \leqq 25$, $f = \left(0{,}7\ {}^{+0{,}2}_{0{,}0}\right)$ mm, pro $25 \leqq b \leqq 40$, $f = \left(1{,}2\ {}^{+0{,}3}_{0{,}0}\right)$.

PERA WOODRUFFOVA

Výběr z ČSN 30 1385
Účinnost od 1. 7. 1952



Označení pera šířky $b = 6$ mm, výšky $h = 10$ mm a s tolerancí šířky d9:

PERO 6d9 × 10 ČSN 30 1385.12

Rozměry v mm

Průměr hřídele d	Rozměry pera					Drážka		Mezní úchylky průměru drážky D
	b	h h11	D h11	l	f	$a = d - t$	$c = d + t_1$	
10 až 12	3	3,7	10	9,66	0,2	$d - 2{,}7$	$d + 1{,}1$	+0,80
		5	13	12,65		$d - 4$		+1,04
		6,5	16	15,72		$d - 5{,}5$		+1,28
12 až 17	4	5	13	12,65		$d - 3{,}5$	$d + 1{,}7$	+1,04
		6,5	16	15,72		$d - 5$		+1,28
		7,5	19	18,67		$d - 6$		+1,52
17 až 22	5	6,5	16	15,72	0,4	$d - 4{,}5$	$d + 2{,}2$	+1,28
		7,5	19	18,67		$d - 5{,}5$		+1,52
		9	22	21,63		$d - 7$		+1,76
22 až 30	6	9	22	21,63		$d - 6{,}5$	$d + 2{,}7$	+1,76
		10	25	24,49		$d - 7{,}5$		+2,00
		11	28	27,35		$d - 8{,}5$		+2,24
		13	32	31,43		$d - 10{,}5$		+2,56
30 až 38	8	11	28	27,85		$d - 8$	$d + 3{,}2$	+2,24
		13	32	31,43		$d - 10$		+2,56
		15	38	37,15		$d - 12$		+3,04
		16	45	43,08		$d - 13$		+3,60
38 až 44	10	16	45	43,08	0,6	$d - 13$	$d + 3{,}2$	+3,60
		19	65	59,13		$d - 16$		+5,20
		24	80	73,32		$d - 21$		+6,40
44 až 50	12	19	65	59,13		$d - 16$	$d + 3{,}2$	+5,20
		24	80	73,32		$d - 21$		+6,40

a – drážka v hřídeli, b – drážka v náboji.

První doplňková číslice	Materiál	Pero	Druhá doplňková číslice	Mezní úchylky šířky pera
1	11 600	bez zkosených špiček	1	e7
2	14 240	se zkosenými špičkami	2	d9

ÚCHYLKY ROZMĚRŮ KLÍNŮ, PER A DRÁŽEK

Název	Klín, pero		Drážka v hřídeli		Drážka v náboji	
	b	h	b	t	b	t_1
Klíny drážkové bez nosu ČSN 02 2512	c11	h9[1]) h11[2])	P9	do $D = 17\ ^{0}_{-0,1}$	P9	do $D = 58\ ^{+0,1}_{0}$
Klíny vsazené ČSN 02 2513	c11	h9[1]) h11[2])	P9	přes 17 do 110 $^{0}_{-0,2}$	P9	přes 58 $^{+0,2}_{0}$
Klíny drážkové s nosem ČSN 02 2514	c11	[3])	P9	přes 110 $^{0}_{-0,3}$	P9	
Klíny ploské bez nosu ČSN 02 2531	c11	h11	–	do $D = 65\ ^{0}_{-0,1}$	P9	do $D = 65\ ^{+0,1}_{0}$
Klíny ploské s nosem ČSN 02 2532	c11	[3])	–	přes 65 $^{0}_{-0,2}$	P9	přes 65 $^{+0,2}_{0}$
Pera těsná ČSN 02 2562	e7 h9	h9[1]) h11[2])	P9	do $D \leqq 17\ ^{0}_{-0,1}$	P9	
Pera výměnná s 2 přídržnými šrouby ČSN 02 2570	d9	h11	P9	přes 17 do 110 $^{0}_{-0,2}$	P9	do $D = 30\ ^{+0,2}_{+0,1}$
Pera výměnná s 1 přídržným šroubem ČSN 02 2575	d9	h11	P9	přes 110 $^{0}_{-0,3}$	P9	přes 30 do 170 $^{+0,4}_{+0,2}$ přes 170 $^{+0,6}_{+0,3}$

[1]) Platí pro klíny a pera čtvercového průřezu.

[2]) Platí pro klíny a pera obdélníkového průřezu.

[3]) Podle velikosti výšky.

LOŽISKA

OCELI NA VALIVÁ LOŽISKA

ČSN EN ISO 683 – 17
(02 0240)
Účinnost od 1. 5. 2015

Tato část ISO 683 specifikuje technické dodací požadavky pro pět skupin oceli na kuličková a válečková ložiska uvedených v následující tabulce, a to pro:

– prokalitelné oceli na valivá ložiska (oceli přibližně s 1 % C a 1 až 2 % Cr);
– oceli na valivá ložiska k cementování;
– oceli na valivá ložiska k indukčnímu kalení (nelegované a legované);
– korozivzdorné oceli na valivá ložiska;
– oceli na valivá ložiska pro použití při vysokých teplotách.

Oceli a chemické složení (rozbor tavby)

Označení oceli Značka	[Hmotnostní podíl %][a, b]										Ostatní
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	
Prokalitelné oceli na valivá ložiska											
100Cr6	0,93 až 1,05[c]	0,15 až 0,35[d]	0,25 až 0,45	0,025	0,015[e]	1,35 až 1,60	0,10	–	–	–	
100CrMnSi4-4	0,93 až 1,05[c]	0,45 až 0,75	0,90 až 1,20	0,025	0,015[e]	0,90 až 1,20	0,10	–	–	–	Al: 0,050
100CrMnSi6-4	0,93 až 1,05[c]	0,45 až 0,75	1,00 až 1,20	0,025	0,015[e]	1,40 až 1,65	0,10	–	–	–	Ca:[f]
100CrMnSi6-6	0,93 až 1,05[c]	0,45 až 0,75	1,40 až 1,70	0,025	0,015[e]	1,40 až 1,65	0,10	–	–	–	Cu: 0,30
100CrMo7	0,93 až 1,05[c]	0,15 až 0,45	0,25 až 0,45	0,025	0,015[e]	1,65 až 1,95	0,15 až 0,30	–	–	–	O: 0,0015[g]
100CrMo7-3	0,93 až 1,05[c]	0,15 až 0,45	0,60 až 0,80	0,025	0,015[e]	1,65 až 1,95	0,20 až 0,35	–	–	–	Ti:[h]
100CrMo7-4	0,93 až 1,05[c]	0,15 až 0,35	0,60 až 0,80	0,025	0,015[e]	1,65 až 1,95	0,40 až 0,50	–	–	–	
100CrMnMoSi6-4-6	0,93 až 1,05[c]	0,40 až 0,80	0,80 až 1,10	0,025	0,015[e]	1,80 až 2,05	0,50 až 0,60	–	–	–	
Oceli na valivá ložiska k cementování											
20Cr3	0,17 až 0,23	0,40	0,60 až 1,00	0,025	0,015[e]	0,60 až 1,00	–	–	–	–	
20Cr4	0,17 až 0,23	0,40	0,60 až 0,90	0,025	0,015[e]	0,90 až 1,20	–	–	–	–	
20MnCr4-2	0,17 až 0,23	0,40	0,65 až 1,10	0,025	0,015[e]	0,40 až 0,75	–	–	–	–	
17 MnCr5	0,14 až 0,19	0,40	1,00 až 1,30	0,025	0,015[e]	0,80 až 1,10	–	–	–	–	Al: 0,050
19MnCr5	0,17 až 0,22	0,40	1,10 až 1,40	0,025	0,015[e]	1,00 až 1,30	–	–	–	–	Ca:[f]
15CrMo4	0,12 až 0,18	0,40	0,60 až 0,90	0,025	0,015[e]	0,90 až 1,20	0,15 až 0,25	–	–	–	Cu: 0,30
20CrMo4	0,17 až 0,23	0,40	0,60 až 0,90	0,025	0,015[e]	0,90 až 1,20	0,15 až 0,25	–	–	–	O: 0,0020[g]
20MnCrMo4-2	0,17 až 0,23	0,40	0,65 až 1,10	0,025	0,015[e]	0,40 až 0,75	0,10 až 0,20	–	–	–	Ti:[h]
20MnNiCrMo3-2	0,17 až 0,23	0,40	0,60 až 0,95	0,025	0,015[e]	0,35 až 0,70	0,15 až 0,25	0,40 až 0,70	–	–	
20NiCrMo7	0,17 až 0,23	0,40	0,40 až 0,70	0,025	0,015[e]	0,35 až 0,65	0,20 až 0,30	1,60 až 2,00	–	–	
18CrNiMo7-8	0,15 až 0,21	0,40	0,50 až 0,90	0,025	0,015[e]	1,50 až 1,80	0,25 až 0,35	1,40 až 1,70	–	–	
18NiCrMo14-8	0,15 až 0,20	0,40	0,40 až 0,70	0,025	0,015[e]	1,30 až 1,60	0,15 až 0,25	3,25 až 3,75	–	–	
16NiCrMo16-5	0,14 až 0,18	0,40	0,25 až 0,55	0,025	0,015[e]	1,00 až 1,40	0,20 až 0,30	380 až 4,30	–	–	
Oceli na valivá ložiska k indukčnímu kalení											
C56E2	0,52 až 0,60	0,40	0,60 až 0,90	0,025	0,015[e]	–	–	–	–	–	Al: max. 0,050
56Mn4	0,52 až 0,60	0,40	0,90 až 1,20	0,025	0,015[e]	–	–	–	–	–	Ca:[f], Cu: max. 0,30
70Mn4	0,65 až 0,75	0,40	0,80 až 1,10	0,025	0,015[e]	–	–	–	–	–	O: max. 0,0020[g]
43CrMo4	0,40 až 0,46	0,40	0,60 až 0,90	0,025	0,015[e]	0,90 až 1,20	0,15 až 0,30	–	–	–	Ti:[h]

Pokračování

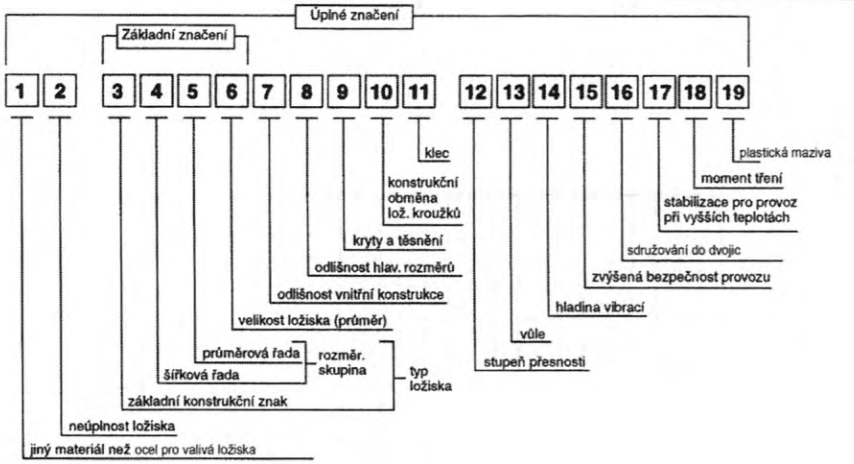
Označení oceli Značka	[Hmotnostní podíl %][a, b]										Ostatní
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	
Korozivzdorné oceli na valivá ložiska											
X47Cr14	0,43 až 0,50	1,00	1,00	0,040	0,015[c]	12,5 až 14,5	–	–	–	–	–
X65Cr14	0,60 až 0,70	1,00	1,00	0,040	0,015[c]	12,5 až 14,5	0,75	–	–	–	–
X108CrMo17	0,95 až 1,20	1,00	1,00	0,040	0,015[c]	16,0 až 18,0	0,40 až 0,80	–	–	–	–
X40CrMoVN16-2	0,37 až 0,45	0,60	0,60	0,025	0,015[c]	15,0 až 16,5	1,50 až 1,90	0,30	0,20 až 0,40	–	N: 0,16 až 0,25
X89CrMoV18-1	0,85 až 0,95	1,00	1,00	0,040	0,015[c]	17,0 až 19,0	0,90 až 1,30	–	0,07 až 0,12	–	–
Oceli na valivá ložiska pro vysoké teploty											
33 CrMoV12-9	0,29 až 0,36	0,10 až 0,40	0,40 až 0,70	0,025	0,015	2,80 až 3,30	0,70 až 1,20	0,30	0,15 až 0,25	–	Cu: 0,10
80MoCrV42-16	0,77 až 0,85	0,40	0,15 až 0,35	0,025[i]	0,015	3,9 až 4,3	4,0 až 4,5	–	0,90 až 1,10	0,25	Cu: 0,30
13MoCrNi42-16-14	0,10 až 0,15	0,10 až 0,25	0,15 až 0,35	0,015	0,010	3,9 až 4,3	4,0 až 4,5	3,20 až 3,60	1,00 až 1,30	0,15	Cu: 0,10[k]
X82WMoCrV6-5-4	0,78 až 0,86	0,40	0,40	0,025	0,015	3,9 až 4,3	4,7 až 5,2	–	1,70 až 2,00	6,0 až 6,7	Cu: 0,30
X75WCrV18-4-1	0,70 až 0,80	0,40	0,40	0,025	0,015	3,9 až 4,3	0,60	–	1,00 až 1,25	17,5 až 19,0	Cu: 0,30

Prvky neuvedené v této tabulce se nesmí bez souhlasu odběratele úmyslně přidávat do oceli, výjimku tvoří prvky, které jsou nezbytné k dohotovení tavby. Je třeba provést všechna přiměřená opatření, aby se zabránilo zanesení takových prvků do oceli ze šrotu a dalších surovin používaných během výroby, které by mohly ovlivnit mechanické vlastnosti a použití oceli.

[a] Pokud není uvedeno jinak, maximální hodnoty.
[b] U ocelí s požadavky na prokalitelnost (viz tab. 5) se dovolují kromě fosforu a síry nepatrné úchylky od mezních hodnot předepsaných pro rozbor tavby, tyto hodnoty nesmějí ořesahovat u uhlíku ±0,01 % a v ostatních případech hodnoty podle tabulky 4.
[c] Při objednávání mohou být dohodnuty minimální hodnoty nižší než 0,93 % C, nebo maximální hodnoty větší než 1,05 % C.
[d] Pro tváření za studena je možné dohodnout maximální hmotnostní podíl 0,15 % Si.
[e] Pokud má obrobitelnost prvořadou důležitost, je možné při objednávání dohodnout maximální hmotnostní podíl 0,030 % síry.
[f] Záměrné přidávání vápníku nebo slitin vápníku pro dezoxidaci nebo řízení tvaru vměstků není dovoleno, pokud není výslovně schváleno odběratelem.
[g] Obsah kyslíku platí pro rozbor tavby nebo rozbor výrobku podle uvážení výrobce.
[h] Maximální obsah titanu je možné dohodnout při objednání.
[i] Při objednávání je možné dohodnout maximální hmotnostní obsah 0,015 % fosforu a maximální hmotnostní obsah 0,008 % síry.
[k] Při objednávání je možné dohodnout maximální hmotnostní obsah 0,20 % Cu.

OZNAČOVÁNÍ VALIVÝCH LOŽISEK

Výběr z ČSN 02 4608
Účinnost od 1. 3. 1999



Základní označení se skládá z typu a velikosti průměru díry ložiska.

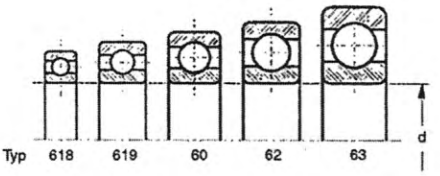
Typ ložiska tvoří zpravidla znak vyjadřující konstrukci a rozměrovou skupinu, např. 618, 62, 12, 22 (*viz obrázky*).

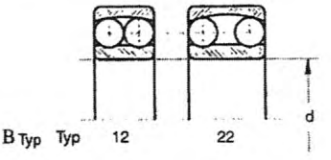
Označení velikosti je vytvořeno znaky pro jmenovitý průměr díry:

pro ložiska s průměrem díry $d < 10$ mm, číslice oddělená lomítkem, resp. poslední číslice, dává přímo průměr díry v mm, např. 618/8, 624, 126,

pro ložiska s průměrem díry $d = 10$ až 15 mm platí:

dvojčíslí **00** značí průměr díry $d = 10$ mm, např. 6000
dvojčíslí **01** značí průměr díry $d = 12$ mm, např. 6201
dvojčíslí **02** značí průměr díry $d = 15$ mm, např. 2202.





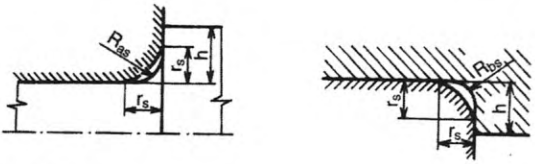
Přehled a pořadí použitých značek

Pořadí značek	Předmět označení				Značky	Tabulka
1	Rozšíření označení	Jiný materiál než běžná ocel na valivá ložiska			H, X, M, T, UR, URE, URV, S, HSS, Z, P, ...D	2
2		Neúplná ložiska			K, AK, KK, WA, L, R, GS, WS	3
3	Základní označení	Typ	Základní konstrukční značka		E, BO, L, 1, 2, 3, 5, 53, 54, 6, 7, A7, B7, 76, 8, 811, 994, Q, QJ, UA UB UC, US, UE, NU, NJ, N NNU, NN, NA, NNA, RTNA, RFNA, RHNA, RBNA, NAXR, NAXR.Z, NAXR.IR, NAXR.ZIR	4
4			Rozměrová skupina	Šířková skupina	7, 8, 9, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6	
5				Průměrová řada	7, 8, 9, 0, 1, 2, 3, 4, 5	
6		Velikost	Průměr díry		/0,6 až /9, 00 až 04, /22, 05, /28, 06, /32, 07 až 22, 24 až 30, 32 až 44, 48 až 96, /500 až /2000	5
7	Rozšíření označení	Odlišnost vnitřní konstrukce			A, B, ACD, AACD, C, CA, CB, CD, CC, D, E	6
8		Odlišnost hlavních rozměrů			X, X1, X2, X12	7
9		Kryty nebo těsnění			RS, -2RS, RSN, -2RSN, RSR, -2RSR -2FS, Z, -2Z, ZN, ZNB, -2ZN, PZ, -2PZ, ZR, -2ZR, PZR, -2PZR, RSZ	8
10		Konstrukční obměna ložiskových kroužků			K, K30, N, NS, P, D, PR, R, U, W1	9
11		Klece			J, Y, F, L, M, T, TN, TNG, S, TNGN, A, .B, .P, .H, ..S, ..R, ..F, D, V, VH, VT, .J, .N, .I, ..C, ...K	10
12		Zvláštní vlastnosti	Stupeň přesnosti		Normální, P6, P6X, P6E, P5, P4, P2, P5A, P4A	11
13			Vůle		C1, C2, C3, C4, C5, R.., A.., NA	12
14			Hladina vibrací		C6, C06, C66	13
15			Zvýšená bezpečnost provozu		C7, C8, C9	14
16			Sdružování		O, X, T, OT, XT, TT, OTT, XTT, TTT, TOT, TXT, U, A, O, L, M, S, VV	15
17			Stabilizace k provozu za vyšší teploty		S00, S0, S1, S2, S3, S4, S5, ..A, ..B	16
18			Moment tření		JU, JUA, JUB	17
19			Plastické mazivo		TL, TM, TH, TW	18

ÚLOŽNÉ PLOCHY PRO MONTÁŽ

Výběr z	Účinnost od
ČSN ISO 582 (02 4613)	1. 11. 1996
ČSN 02 4625 (02 4625)	1. 11. 1994

Zaoblení na hřídeli a v tělese musí zajistit, aby se uložené valivé ložisko opíralo čelem o osazení bez styku v místě zaoblení hran.



h – výška osazení hřídele a tělesa,
R_{as} – mezní rozměr poloměru zaoblení hřídele,
R_{bs} – mezní rozměr poloměru zaoblení v tělese,
r_s – mezní rozměr souřadnice zaoblení kroužků valivého ložiska.

Rozměry zaoblení a výšky osazení — Rozměry v mm

$r_{s\,min}$	R_{as}, R_{bs} max.	h_{min}		
		průměrová řada		
		8, 9, 0	1, 2, 3	4
0,05	0,05	0,2	–	–
0,08	0,08	0,26	–	–
0,1	0,1	0,3	0,6	–
0,15	0,15	0,4	0,7	–
0,2	0,2	0,7	0,9	–
0,3	0,3	1,0	1,2	–
0,6	0,6	1,6	2,1	–
1,0	1,0	2,3	2,8	–
1,1	1,0	3,0	3,5	4,5
1,5	1,5	3,5	4,5	5,5
2,0	2,0	4,4	5,5	6,5
2,1	2,1	5,1	6,0	7,0
3,0	2,5	6,2	7,0	8,0
4,0	3,0	7,3	8,5	10,0
5,0	4,0	9,0	10,0	12,0
6,0	5,0	11,5	13,0	15,0
7,5	6,0	14,0	16,0	19,0
9,5	8,0	17,0	20,0	23,0
12,0	10,0	21,0	24,0	28,0
15,0	12,0	25,0	29,0	33,0

V uloženích, kde působí malé axiální síly, lze hodnoty průměrové řady 1, 2 a 3 použít pro řadu 4 a hodnoty 8, 9 a 0 pro řadu 1, 2 a 3.

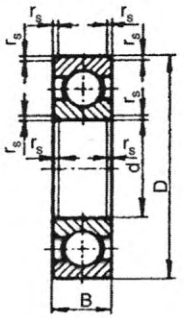
h_{max} nesmí být větší než $1{,}5h_{min}$.

Průměr osazení pro axiální ložiska má být nejméně do poloviny šířky mezikruží hřídelového a průchozího kroužku.

Mezní rozměry R_{as}, R_{bs} pouze pro radiální valivá ložiska.

KULIČKOVÁ LOŽISKA JEDNOŘADÁ
TYP 60, 62, 63, 64

Výběr z ČSN 02 4630
Účinnost od 1. 5. 1998



r_s — souřadnice montážního zaoblení,
$r_{s\,min}$ — dolní mezní rozměr souřadnice montážního zaoblení

Označení kuličkového ložiska typu 60, rozměrové skupiny 10, o jmenovitém průměru díry vnitřního kroužku $d = 40$ mm:

LOŽISKO 6008 ČSN 02 4630

Typ 60
Rozměrová skupina 10

Rozměry v mm

Označení ložiska	Rozměry				Základní únosnost (N)		Hmotnost (kg) ≈
	d	D	B	$r_{s\,min}$	dynamická C	statická C_0	
6000	10	26	8	0,3	3 350	1 930	0,019
6001	12	28	8	0,3	3 900	2 200	0,022
6002	15	32	9	0,3	4 300	2 500	0,030
6003	17	35	10	0,3	4 650	2 750	0,040
6004	20	42	12	0,6	7 200	4 400	0,070
6005	25	47	12	0,6	7 650	4 900	0,082
6006	30	55	13	1,0	10 200	6 800	0,119
6007	35	62	14	1,0	12 200	8 500	0,154
6008	40	68	15	1,0	12 900	9 300	0,191
6009	45	75	16	1,0	16 000	12 200	0,241
6010	50	80	16	1,0	16 600	12 900	0,260
6011	55	90	18	1,1	21 600	17 000	0,383
6012	60	95	18	1,1	22 400	18 300	0,411
6013	65	100	18	1,1	23 600	19 600	0,437
6014	70	110	20	1,1	29 000	24 000	0,604
6015	75	115	20	1,1	30 500	26 000	0,638
6016	80	125	22	1,1	36 500	31 000	0,845
6017	85	130	22	1,1	38 000	33 500	0,892
6018	90	140	24	1,5	45 000	39 000	1,167
6019	95	145	24	1,5	46 500	41 500	1,224
6020	100	150	24	1,5	46 500	41 500	1,271

Typ 62
Rozměrová skupina 02

Rozměry v mm

Označení ložiska	Rozměry				Základní únosnost (N)		Hmotnost (kg) ≈
	d	D	B	$r_{s\,min}$	dynamická C	statická C_0	
6200	10	30	9	0,6	4 650	2 650	0,031
6201	12	32	10	0,6	5 300	3 100	0,037
6202	15	35	11	0,6	5 800	3 550	0,046
6203	17	40	12	0,6	7 350	4 400	0,073
6204	20	47	14	1,0	9 800	6 200	0,108
6205	25	52	15	1,0	10 800	6 950	0,129
6206	30	62	16	1,0	15 000	10 000	0,200
6207	35	72	17	1,1	19 600	13 700	0,284
6208	40	80	18	1,1	25 000	17 600	0,349
6209	45	85	19	1,1	25 000	17 600	0,404
6210	50	90	20	1,1	27 000	19 600	0,460
6211	55	100	21	1,5	33 500	25 000	0,597
6212	60	110	22	1,5	40 000	31 000	0,771
6213	65	120	23	1,5	44 000	34 000	0,997
6214	70	125	24	1,5	48 000	38 500	1,072
6215	75	130	25	1,5	51 000	40 500	1,179
6216	80	140	26	2,0	56 000	44 000	1,402
6217	85	150	28	2,0	64 000	53 000	1,799
6218	90	160	30	2,0	73 500	60 000	2,159
6219	95	170	32	2,1	83 000	69 500	2,606
6220	100	180	34	2,1	93 000	78 500	3,130

Typ 63
Rozměrová skupina 03

Rozměry v mm

Označení ložiska	Rozměry				Základní únosnost (N)		Hmotnost (kg) ≈
	d	D	B	$r_{s\,min}$	dynamická C	statická C_0	
6300	10	35	11	0,6	6 200	3 750	0,054
6301	12	37	12	1,0	7 500	4 650	0,061
6302	15	42	13	1,0	8 650	5 400	0,085
6303	17	47	14	1,0	10 400	6 550	0,115
6304	20	52	15	1,1	12 200	7 800	0,145
6305	25	62	17	1,1	15 600	10 400	0,230
6306	30	72	19	1,1	22 800	15 600	0,331
6307	35	80	21	1,5	25 500	17 600	0,447
6308	40	90	23	1,5	31 000	22 400	0,625
6309	45	100	25	1,5	40 500	30 000	0,828
6310	50	110	27	2,0	47 500	35 500	1,062
6311	55	120	29	2,0	55 000	41 500	1,375
6312	60	130	31	2,1	63 000	48 000	1,717
6313	65	140	33	2,1	71 000	55 000	2,098
6314	70	150	35	2,1	80 000	63 000	2,543
6315	75	160	37	2,1	86 500	71 000	3,055
6316	80	170	39	2,1	95 000	80 000	3,632
6317	85	180	41	3,0	102 000	88 000	4,201
6318	90	190	43	3,0	110 000	98 000	4,954
6319	(95)	200	45	3,0	118 000	108 000	5,728
6320	100	215	47	3,0	132 000	129 000	7,068

Typ 64
Rozměrová skupina 04

Rozměry v mm

Označení ložiska	Rozměry				Základní únosnost (N)		Hmotnost (kg) ≈
	d	D	B	$r_{s\,min}$	dynamická C	statická C_0	
6403	17	62	17	1,1	17 300	11 800	0,269
6404	20	72	19	1,1	23 600	16 600	0,398
6405	25	80	21	1,5	27 500	19 600	0,530
6406	30	90	23	1,5	33 500	23 600	0,725
6407	35	100	25	1,5	42 500	31 000	0,954
6408	40	110	27	2,0	49 000	36 500	1,227
6409	45	120	29	2,0	58 500	45 500	1,540
6410	50	130	31	2,1	67 000	52 000	1,690
6411	55	140	33	2,1	76 500	62 000	2,290
6412	60	150	35	2,1	83 000	69 500	2,760
6413	65	160	37	2,1	90 000	78 000	3,280
6414	70	180	42	3,0	110 000	104 000	4,850
6415	75	190	45	3,0	118 000	114 000	5,740
6416	80	200	48	3,0	125 000	128 000	6,720
6417	85	210	52	4,0	132 000	134 000	7,880
6418	90	225	54	4,0	146 000	156 000	11,400

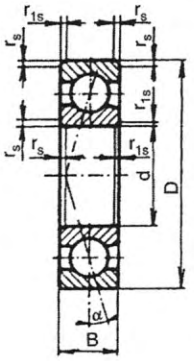
Horní mezní rozměr $r_{s\,max}$ viz ČSN ISO 582 (02 4613).

Ložiska ČSN 02 4630 s dírou $d = 95$ mm se nedoporučují.

Ložiska v základním provedení mají válcovou díru, klec zpravidla lisovanou z ocelového plechu, vedenou na kuličkách. Mohou být vyráběna s drážkou pro pojistný kroužek na vnějším kroužku podle ČSN ISO 464 (02 4605).

KULIČKOVÁ LOŽISKA JEDNOŘADÁ S KOSOÚHLÝM STYKEM TYP 72, 73

Výběr z podnikové normy



r_s — souřadnice montážního zaoblení,
$r_{1s\,min}$ — dolní mezní rozměr souřadnice montážního zaoblení na užším čele kroužků.

Označení kuličkového ložiska typ 72 provedení 3, o průměru d = 15 mm a úhlu styku (alfa) = 30° (přídavné označení A)

LOŽISKO 7202 – A

Typ 72
Rozměrová skupina 02

Rozměry v mm

Označení ložiska	Rozměry					Základní únosnost (N)		Hmotnost (kg) ≈
	d	*D*	*B*	$r_{s\,min}$	$r_{1s\,min}$	dynamická *C*	statická C_0	
7200	10	30	9	0,6	0,3	5 400	3 150	0,030
7201	12	32	10	0,6	0,3	5 850	3 550	0,040
7202	15	35	11	0,6	0,3	6 950	4 300	0,050
7203	17	40	12	0,6	0,3	8 500	5 500	0,070
7204	20	47	14	1,0	0,6	11 400	7 650	0,110
7205	25	52	15	1,0	0,6	12 700	9 000	0,135
7206	30	62	16	1,0	0,6	17 600	12 900	0,200
7207	35	72	17	1,1	0,6	23 200	17 600	0,290
7208	40	80	18	1,1	0,6	30 000	23 200	0,370
7209	45	85	19	1,1	0,6	31 000	25 000	0,425
7210	50	90	20	1,1	0,6	32 500	26 500	0,480
7211	55	100	21	1,5	1,0	40 500	33 500	0,630
7212	60	110	22	1,5	1,0	49 000	41 500	0,800
7213	65	120	23	1,5	1,0	55 000	49 000	1,000
7214	70	125	24	1,5	1,0	60 000	54 000	1,100

$r_{s\,max}$ viz ČSN ISO 582 (02 4613) — Rozměry souřadnice zaoblení. Horní mezní rozměry.

Typ 73
Rozměrová skupina 03

Rozměry v mm

Označení ložiska	Rozměry					Základní únosnost (N)		Hmotnost (kg)
	d	D	B	$r_{s\,min}$	$r_{1s\,min}$	dynamická C	statická C_0	≈
7303	17	47	14	1,0	0,6	11 600	7 500	0,12
7304	20	52	15	1,1	0,6	14 600	10 000	0,15
7305	25	62	17	1,1	0,6	20 800	15 000	0,24
7306	30	72	19	1,1	0,6	27 500	20 000	0,36
7307	35	80	21	1,5	1,0	31 500	24 000	0,48
7308	40	90	23	1,5	1,0	38 000	30 000	0,66

$r_{s\,max}$ viz ČSN ISO 582 (02 4613)

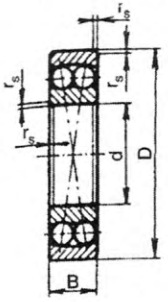
Přídavná označení
Přídavná označení, která vyjadřují určité vlastnosti jednořadových kuličkových ložisek s kosoúhlým stykem SKF, jsou vysvětlena dále:

A Stykový úhel 30°
AC Stykový úhel 25°
B Stykový úhel 40°
CA Ložisko pro univerzální párování určené pro montáž v libovolném uspořádání. Při uspořádání zády k sobě nebo čely k sobě bude axiální vůle před montáží menší než normální (CB)
CB Ložisko pro univerzální párování určené pro montáž v libovolném uspořádání. Při uspořádání zády k sobě nebo čely k sobě bude axiální vnitřní vůle před montáží Normální
CC Ložisko pro univerzální párování určené pro montáž v libovolném uspořádání. Při uspořádání zády k sobě nebo čely k sobě bude axiální vůle před montáží větší než Normální (CB)
DB Dvě ložiska montována zády k sobě
DF Dvě ložiska montována čely k sobě
DT Dvě ložiska montovaná do tandemu
E Optimalizovaná vnitřní konstrukce
F Masivní okénková ocelová klec, vedená kuličkami
GA Ložisko pro univerzální párování určené pro montáž v libovolném uspořádání. Při uspořádání zády k sobě nebo čely k sobě bude před montáží mezi ložisky lehké předpětí
GB Ložisko pro univerzální párování určené pro montáž v libovolném uspořádání. Při uspořádání zády k sobě nebo čely k sobě bude před montáží mezi ložisky střední předpětí.
GC Ložisko pro univerzální párovnání určené pro montáž v libovolném uspořádání. Při uspořádání zády k sobě nebo čely k sobě bude před montáží mezi ložisky těžké předpětí
J Lisovaná ocelová okénková klec vedená kuličkami
M Masivní mosazná klec vedená kuličkami. Jednotlivé konstrukce jsou označeny číslicemi, např. M1
N1 Pojistná drážka na širší straně vnějšího kroužku
N2 Dvě pojistné drážky na čele širší strany vnějšího kroužku umístěné proti sobě o 180°
P Vstřikovaná okénková klec z polyamidu 6,6, zesílená skelnými vlákny, vedená kuličkami
PH Vstřikovaná okénková klec z polyéterketonu (PEEK) zesílená skelnými vlákny, vedená kuličkami
P5 Rozměrová přesnost a přesnost chodu podle třídy 5 ISO
P6 Rozměrová přesnost a přesnost chodu podle třídy 6 ISO
W64 Náplň tuhého oleje Solid Oil
Y Lisovaná okénková mosazná klec vedená kuličkami

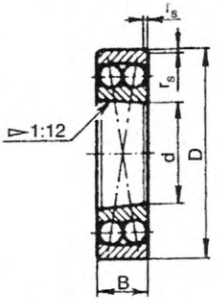
KULIČKOVÁ LOŽISKA DVOUŘADÁ NAKLÁPĚCÍ
TYP 12, 13, 22, 23

Výběr z podnikové normy

Provedení s válcovou dírou



Provedení s kuželovou dírou



d — jmenovitý průměr díry vnitřního kroužku,
D — jmenovitý průměr vnější válcové plochy vnějšího kroužku,
B — jmenovitá šířka ložiska,
B_1 — jmenovitá šířka ložiska měřená přes kuličky přesahující šířku kroužku,
$r_{s\,min}$ — dolní mezní rozměr souřadnice montážního zaoblení.

Označení kuličkového ložiska typ 22, rozměrové skupiny 22, o jmenovitém průměru díry vnitřního kroužku $d = 60$ mm:

s válcovou dírou — LOŽISKO 2212

s kuželovou dírou — LOŽISKO 2212K

Typ 12
Rozměrová skupina 02

Rozměry v mm

Označení ložiska		Rozměry				Základní únosnost (N)		Hmotnost (kg) ≈	
provedení		d	D	B	$r_{s\,min}$	dynamická C	statická C_0	provedení	
1	2							1	2
1200	—	10	30	9	0,6	4 150	1 320	0,023	—
1201	—	12	32	10	0,6	4 300	1 460	0,040	—
1202	—	15	35	11	0,6	5 700	2 000	0,049	
1203	—	17	40	12	0,6	6 100	2 400	0,073	
1204	1204K	20	47	14	1,0	7 650	3 150	0,120	0,118
1205	1205K	25	52	15	1,0	9 300	4 000	0,141	0,138
1206	1206K	30	62	16	1,0	12 000	5 850	0,220	0,216
1207	1207K	35	72	17	1,1	12 000	6 650	0,323	0,317
1208	1208K	40	80	18	1,1	14 600	8 500	0,417	0,411
1209	1209K	45	85	19	1,1	16 600	9 500	0,465	0,459
1210	1210K	50	90	20	1,1	17 300	10 800	0,525	0,515
1211	1211K	55	100	21	1,5	20 400	13 400	0,705	0,693
1212	1212K	60	110	22	1,5	23 200	15 600	0,900	0,855
1213	1213K	65	120	23	1,5	23 600	17 000	1,150	1,130
1214	1214K	70	125	24	1,5	26 500	18 600	1,260	1,240
1215	1215K	75	130	25	1,5	30 000	21 200	1,360	1,340
1216	1216K	80	140	26	2,0	30 500	23 600	1,670	1,640
1217	1217K	85	150	28	2,0	37 500	28 500	2,070	2,040
1218	1218K	90	160	30	2,0	44 000	31 500	2,520	2,480
1219	—	(95)	170	32	2,1	49 000	36 500	3,100	—
1220	1220K	100	180	34	2,1	53 000	40 500	3,700	3,640

Typ 13
Rozměrová skupina 03

Rozměry v mm

Označení ložiska		Rozměry					Základní únosnost (N)		Hmotnost (kg) ≈	
provedení		d	D	B	B_1	$r_{s\,min}$	dynamická C	statická C_0	provedení	
1	2								1	2
1300	–	10	35	11	–	0,6	5 500	1 800	0,058	–
1301	–	12	37	12	–	1,0	7 200	2 360	0,067	–
1302	–	15	42	13	–	1,0	7 350	2 600	0,094	–
1303	–	17	47	14	–	1,0	9 650	3 650	0,130	–
1304	1304K	20	52	15	–	1,1	9 500	4 000	0,163	0,161
1305	1305K	25	62	17	–	1,1	13 700	6 000	0,257	0,252
1306	1306K	30	72	19	–	1,1	16 300	7 800	0,387	0,381
1307	1307K	35	80	21	–	1,5	19 300	9 800	0,510	0,502
1308	1308K	40	90	23	–	1,5	22 800	12 200	0,715	0,704
1309	1309K	45	100	25	–	1,5	29 000	16 000	0,957	0,942
1310	1310K	50	110	27	–	2,0	33 500	17 300	1,210	1,190
1311	1311K	55	120	29	–	2,0	39 000	22 400	1,580	1,560
1312	1312K	60	130	31	–	2,1	44 000	26 500	1,960	1,930
1313	1313K	65	140	33	–	2,1	47 500	29 000	2,450	2,410
1314	1314K	70	150	35	–	2,1	57 000	35 500	2,990	2,960
1315	1315K	75	160	37	–	2,1	61 000	38 000	3,560	3,510
1316	1316K	80	170	39	–	2,1	68 000	42 500	4,180	4,120
1317	1317K	85	180	41	–	3,0	75 000	48 000	4,980	4,910
1318	1318K	90	190	43	45	3,0	90 000	56 000	5,800	5,710
1319	1319K	95	200	45	48	3,0	102 000	64 000	6,690	–
1320	1320K	100	215	47	52	3,0	110 000	72 000	8,300	8,190

Přídavná označení
Přídavná označení za základním označením, která vyjadřují určité vlastnosti dvouřadých kuličkových ložisek s kosoúhlým stykem SKF, jsou vysvětlena dále:

A Bez plnicích drážek
CB Řízená axiální vnitřní vůle
C2 Axiální vnitřní vůle menší než Normální
C3 Axiální vnitřní vůle větší než Normální
D Dělený vnitřní kroužek
J1 Lisovaná otevřená ocelová klec vedená valivými tělesy
M Masivní mosazná okénková klec vedená valivými tělesy
MA Hřebenová masivní mosazná klec vedená na vnějším kroužku
MT33 Plastické mazivo s lithným zahušťovadlem třídy konzistence 3 podle stupnice NLGI pro provozní teploty od –30 do +120 °C
N Drážka pro pojistný kroužek ve vnějším kroužku
NR Drážka pro pojistný kroužek ve vnějším kroužku a pojistný kroužek
P5 Přesnost rozměrů a přesnost chodu podle třídy 5 ISO
P6 Přesnost rozměrů a přesnost chodu podle třídy 6 ISO
P62 P6 + C2
P63 P6 + C3
ZRS1 Kontaktní těsnění z nitrilové pryže, zesilené ocelovým kroužkem na obou stranách ložiska
TN9 Vstřikovaná otevřená klec z polyamidu 6,6 zesíleného skelnými vlákny, vedená valivými tělesy
W64 Náplň tuhého oleje Solid Oil
2Z Lisované ocelové kryty na obou stranách ložiska

Typ 22
Rozměrová skupina 22

Rozměry v mm

Označení ložiska		Rozměry				Základní únosnost (N)		Hmotnost (kg) ≈	
provedení		d	D	B	$r_{s\,min}$	dynamická C	statická C_0	provedení	
1	2							1	2
2200	–	10	30	14	0,6	5 600	1 700	0,047	–
2201	–	12	32	14	0,6	5 850	1 930	0,053	–
2202	–	15	35	14	0,6	5 850	2 160	0,060	–
2203	–	17	40	16	0,6	7 500	2 800	0,088	–
2204	2204K	20	47	18	1,0	9 650	3 900	0,140	0,136
2205	2205K	25	52	18	1,0	9 500	4 250	0,163	0,158
2206	2206K	30	62	20	1,0	11 800	7 700	0,260	0,254
2207	2207K	35	72	23	1,1	16 600	8 150	0,403	0,396
2208	2208K	40	80	23	1,1	17 300	9 500	0,505	0,494
2209	2209K	45	85	23	1,1	18 000	10 600	0,545	0,533
2210	2210K	50	90	23	1,1	18 000	11 200	0,590	0,577
2211	2211K	55	100	25	1,5	20 400	13 200	0,810	0,792
2212	2212K	60	110	28	1,5	26 000	16 600	1,090	1,070
2213	2213K	65	120	31	1,5	33 500	21 600	1,460	1,430
2214	2214K	70	125	31	1,5	33 500	22 800	1,520	1,490
2215	2215K	75	130	31	1,5	34 000	24 000	1,620	1,580
2216	2216K	80	140	33	2,0	37 500	27 000	2,010	1,970
2217	2217K	85	150	36	2,0	45 000	31 500	2,520	2,460
2218	2218K	90	160	40	2,0	54 000	38 000	3,400	3,330

Typ 23
Rozměrová skupina 23

Rozměry v mm

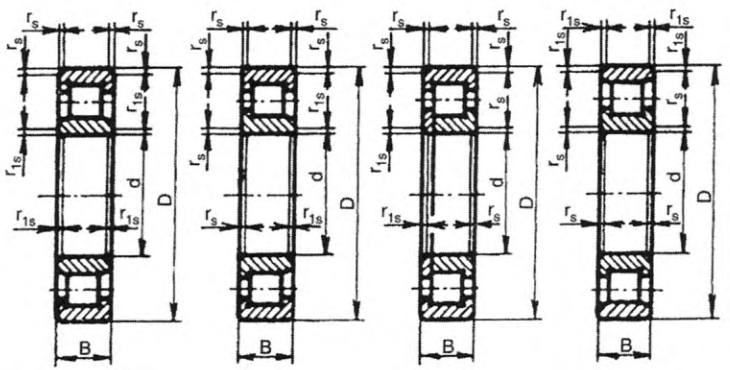
Označení ložiska		Rozměry				Základní únosnost (N)		Hmotnost (kg) ≈	
provedení		d	D	B	$r_{s\,min}$	dynamická C	statická C_0	provedení	
1	2							1	2
2301	–	12	37	17	1,0	9 000	2 850	0,095	–
2302	–	15	42	17	1,0	9 150	3 200	0,114	–
2303	–	17	47	19	1,0	11 000	4 000	0,158	–
2304	2304K	20	52	21	1,1	14 000	5 300	0,209	0,205
2305	2305K	25	62	24	1,1	18 600	7 500	0,335	0,327
2306	2306K	30	72	27	1,1	24 000	10 000	0,500	0,489
2307	2307K	35	80	31	1,5	30 000	12 700	0,675	0,657
2308	2308K	40	90	33	1,5	34 500	15 600	0,925	0,903
2309	2309K	45	100	36	1,5	41 500	19 300	1,230	1,200
2310	2310K	50	110	40	2,0	49 000	23 600	1,640	1,600
2311	2311K	55	120	43	2,0	57 000	28 000	2,100	2,050
2312	2312K	60	130	46	2,1	67 000	32 500	2,600	2,530
2313	2313K	65	140	48	2,1	73 500	38 000	3,230	3,150
2314	2314K	70	150	51	2,1	83 000	44 000	3,900	3,810
2315	2315K	75	160	55	2,1	95 000	51 000	4,720	4,610
2316	2316K	80	170	58	2,1	104 000	57 000	6,100	5,960

Horní mezní rozměr $r_{s\,max}$ viz ČSN ISO 582.
Ložiska ČSN 02 4650 s dírou d = 95 mm se nedoporučují.
Provedení: 1 — ložisko s válcovou dírou, 2 — ložisko s kuželovou dírou.

VÁLEČKOVÁ LOŽISKA JEDNOŘADÁ
TYP NU, NJ, NUP, N

Výběr z podnikové normy

NU NJ NUP N



Označení válečkového ložiska typu NU, rozměrové skupiny 02, o průměru $d = 50$ mm:

LOŽISKO NU 210

Typ NU2, NJ2, NUP2, N2
Rozměrová skupina 02

Rozměry v mm

Označení ložiska	Rozměry					Základní únosnost (N)		Hmotnost (kg) ≈
	d	D	B	$r_{s\,min}$	$r_{1s\,min}$	dynamická C	statická C_0	
NU203 NJ203 NUP203 N203	17	40	12	0,6	0,3	9 500	5 000	0,067
NU204 NJ204 NUP204 N204	20	47	14	1,0	0,6	11 800	6 200	0,110
NU205 NJ205 NUP205 N205	25	52	15	1,0	0,6	13 400	7 350	0,130
NU206 NJ206 NUP206 N206	30	62	16	1,0	0,6	18 300	10 400	0,200
NU207 NJ207 NUP207 N207	35	72	17	1,1	0,6	27 000	16 000	0,290
NU208 NJ208 NUP208 N208	40	80	18	1,1	1,1	36 000	22 000	0,370
NU209 NJ209 NUP209 N209	45	85	19	1,1	1,1	38 000	23 600	0,430
NU210 NJ210 NUP210 N210	50	90	20	1,1	1,1	40 000	25 500	0,480
NU211 NJ211 NUP211 N211	55	100	21	1,5	1,1	48 000	32 000	0,640
NU212 NJ212 NUP212 N212	60	110	22	1,5	1,5	58 500	39 000	0,820
NU213 NJ213 NUP213 N213	65	120	23	1,5	1,5	68 000	46 500	1,050
NU214 NJ214 NUP214 N214	70	125	24	1,5	1,5	68 000	46 500	1,150
NU215 NJ215 NUP215 N215	75	130	25	1,5	1,5	78 000	55 000	1,250
NU216 NJ216 NUP216 N216	80	140	26	2,0	2,0	91 500	64 000	1,500
NU217 NJ217 NUP217 N217	85	150	28	2,0	2,0	104 400	73 500	1,900
NU218 NJ218 NUP218 N218	90	160	30	2,0	2,0	127 000	91 500	2,300
NU219 NJ219 NUP219 N219	95	170	32	2,1	2,1	140 000	102 000	2,800
NU220 NJ220 NUP220 N220	100	180	34	2,1	2,1	156 000	114 000	3,400

Typ NU3, NJ3, NUP3, N3
Rozměrová skupina 03

Rozměry v mm

Označení ložiska	Rozměry					Základní únosnost (N)		Hmotnost (kg) ≈
	d	D	B	$r_{s\,min}$	$r_{1s\,min}$	dynamická C	statická C_0	
NU304 NJ304 NUP304 N304	20	52	15	1,1	0,6	17 000	9 150	0,15
NU305 NJ305 NUP305 N305	25	62	17	1,1	1,1	23 600	13 400	0,24
NU306 NJ306 NUP306 N306	30	72	19	1,1	1,1	32 000	18 600	0,36
NU307 NJ307 NUP307 N307	35	80	21	1,5	1,1	36 500	22 000	0,48
NU308 NJ308 NUP308 N308	40	90	23	1,5	1,5	47 500	29 000	0,66
NU309 NJ309 NUP309 N309	45	100	25	1,5	1,5	61 000	38 000	0,87
NU310 NJ310 NUP310 N310	50	110	27	2,0	2,0	75 000	48 000	1,15
NU311 NJ311 NUP311 N311	55	120	29	2,0	2,0	91 500	60 000	1,45
NU312 NJ312 NUP312 N312	60	130	31	2,1	2,1	104 000	68 000	1,85
NU313 NJ313 NUP313 N313	65	140	33	2,1	2,1	116 000	76 500	2,25
NU314 NJ314 NUP314 N314	70	150	35	2,1	2,1	127 000	86 500	2,75
NU315 NJ315 NUP315 N315	75	160	37	2,1	2,1	156 000	106 000	3,25
NU316 NJ316 NUP316 N316	80	170	39	2,1	2,1	163 000	116 000	3,90
NU317 NJ317 NUP317 N317	85	180	41	3,0	3,0	183 000	129 000	4,50
NU318 NJ318 NUP318 N318	90	190	43	3,0	3,0	204 000	146 000	5,40
NU320 NJ320 NUP320 N320	100	215	47	3,0	3,0	225 000	186 000	7,70

Typ NU4, NJ4, NUP4, N4
Rozměrová skupina 04

Rozměry v mm

Označení ložiska	Rozměry					Základní únosnost (N)		Hmotnost (kg) ≈
	d	D	B	$r_{s\,min}$	$r_{1s\,min}$	dynamická C	statická C_0	
NU406 NJ406 NUP406 N406	30	90	23	1,5	1,5	52 000	31 000	0,75
NU407 NJ407 NUP407 N407	35	100	25	1,5	1,5	64 000	40 000	1,00
NU408 NJ408 NUP408 N408	40	110	27	2,0	2,0	80 000	50 000	1,30
NU409 NJ409 NUP409 N409	45	120	29	2,0	2,0	90 000	57 000	1,65
NU410 NJ410 NUP410 N410	50	130	31	2,1	2,1	96 500	72 000	2,00
NU411 NJ411 NUP411 N411	55	140	33	2,1	2,1	120 000	78 000	2,50
NU412 NJ412 NUP412 N412	60	150	35	2,1	2,1	143 000	98 000	3,00
NU413 NJ413 NUP413 N413	65	160	37	2,1	2,1	156 000	108 000	3,60
NU414 NJ414 NUP414 N414	70	180	42	3,0	3,0	193 000	134 000	5,25
NU415 NJ415 NUP415 N415	75	190	45	3,0	3,0	224 000	156 000	6,25
NU416 NJ416 NUP416 N416	80	200	48	3,0	3,0	260 000	183 000	7,30
NU417 NJ417 NUP417 N417	85	210	52	4,0	4,0	310 000	228 000	8,70
NU418 NJ418 NUP418 N418	90	225	54	4,0	4,0	345 000	255 000	10,50
NU419 NJ419 NUP419 N419	95	240	55	4,0	4,0	365 000	275 000	13,50
NU420 NJ420 NUP420 N420	100	250	58	4,0	4,0	405 000	310 000	14,00

Průměr $d = 95$ mm se nedoporučuje

Typ NU22, NJ22, NUP22, N22
Rozměrová skupina 22

Rozměry v mm

Označení ložiska	Rozměry					Základní únosnost (N)		Hmotnost (kg) ≈
	d	D	B	$r_{s\,min}$	$r_{1s\,min}$	dynamická C	statická C_0	
NU2204 NJ2204 NUP2204 N2204	20	47	18	1,0	0,6	16 600	9 650	0,140
NU2205 NJ2205 NUP2205 N2205	25	52	18	1,0	0,6	19 300	11 600	0,160
NU2206 NJ2206 NUP2206 N2206	30	62	20	1,0	0,6	27 000	17 300	0,260
NU2207 NJ2207 NUP2207 N2207	35	72	23	1,1	0,6	41 500	27 500	0,400
NU2208 NJ2208 NUP2208 N2208	40	80	23	1,1	1,1	49 000	33 500	0,490
NU2209 NJ2209 NUP2209 N2209	45	85	23	1,1	1,1	52 000	36 000	0,540
NU2210 NJ2210 NUP2210 N2210	50	90	23	1,1	1,1	54 000	38 000	0,580
NU2211 NJ2211 NUP2211 N2211	55	100	25	1,5	1,1	65 500	46 500	0,780
NU2212 NJ2212 NUP2212 N2212	60	110	28	1,5	1,5	85 000	64 000	1,050
NU2213 NJ2213 NUP2213 N2213	65	120	31	1,5	1,5	102 000	78 000	1,450
NU2214 NJ2214 NUP2214 N2214	70	125	31	1,5	1,5	102 000	78 000	1,500
NU2215 NJ2215 NUP2215 N2215	75	130	31	1,5	1,5	110 000	83 000	1,550
NU2216 NJ2216 NUP2216 N2216	80	140	33	2,0	2,0	129 000	100 000	1,950
NU2217 NJ2217 NUP2217 N2217	85	150	36	2,0	2,0	150 000	118 000	2,500
NU2218 NJ2218 NUP2218 N2218	90	160	40	2,0	2,0	176 000	140 000	3,100
NU2219 NJ2219 NUP2219 N2219	(95)	170	43	2,1	2,1	200 000	160 000	3,850
NU2220 NJ2220 NUP2220 N2220	100	180	46	2,1	2,1	224 000	183 000	4,650

Typ NU23, NJ23, NUP23, N23
Rozměrová skupina 23

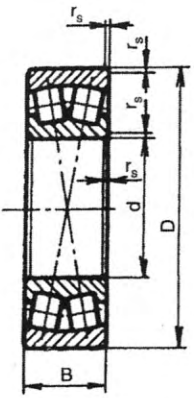
Rozměry v mm

Označení ložiska	Rozměry					Základní únosnost (N)		Hmotnost (kg) ≈
	d	D	B	$r_{s\,min}$	$r_{1s\,min}$	dynamická C	statická C_0	
NU2304 NJ2304 NUP2304 N2304	20	52	21	1,1	0,6	25 500	15 300	0,21
NU2305 NJ2305 NUP2305 N2305	25	62	24	1,1	1,1	36 500	23 200	0,34
NU2306 NJ2306 NUP2306 N2306	30	72	27	1,1	1,1	44 000	28 000	0,50
NU2307 NJ2307 NUP2307 N2307	35	80	31	1,5	1,1	50 000	32 500	0,70
NU2308 NJ2308 NUP2308 N2308	40	90	33	1,5	1,5	69 500	48 000	0,96
NU2309 NJ2309 NUP2309 N2309	45	100	36	1,5	1,5	85 000	57 000	1,25
NU2310 NJ2310 NUP2310 N2310	50	110	40	2,0	2,0	106 000	75 000	1,70
NU2311 NJ2311 NUP2311 N2311	55	120	43	2,0	2,0	127 000	91 500	2,10
NU2312 NJ2312 NUP2312 N2312	60	130	46	2,1	2,1	146 000	106 000	2,70
NU2313 NJ2313 NUP2313 N2313	65	140	48	2,1	2,1	163 000	122 000	3,85
NU2314 NJ2314 NUP2314 N2314	70	150	51	2,1	2,1	183 000	137 000	3,95
NU2315 NJ2315 NUP2315 N2315	75	160	55	2,1	2,1	228 000	173 000	4,85
NU2316 NJ2316 NUP2316 N2316	80	170	58	2,1	2,1	240 000	190 000	5,85
NU2317 NJ2317 NUP2317 N2317	85	180	60	3,0	3,0	260 000	204 000	6,60
NU2318 NJ2318 NUP2318 N2318	90	190	64	3,0	3,0	285 000	220 000	7,90
NU2319 NJ2319 NUP2319 N2319	95	200	67	3,0	3,0	325 000	260 000	10,40
NU2320 NJ2320 NUP2320 N2320	100	215	73	3,0	3,0	380 000	310 000	12,00

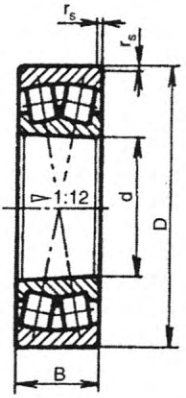
SOUDEČKOVÁ LOŽISKA DVOUŘADÁ
TYP 222, 223

Výběr z podnikové normy

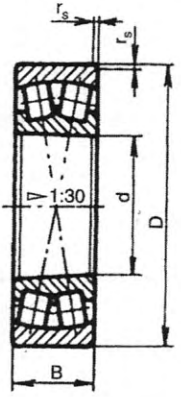
Provedení 1



Provedení 2



Provedení 3



Označení soudečkového ložiska typu 222, rozměrové skupiny 22, s válcovou dírou o průměru $d = 50$ mm:

LOŽISKO 22210

Typ 222
Rozměrová skupina 22

Rozměry v mm

Označení ložiska	Rozměry				Základní únosnost (N)		Hmotnost (kg) ≈
	d	D	B	$r_{s\,min}$	dynamická C	statická C_0	
22205	25	52	18	1,0	28 500	23 600	0,180
22206	30	62	20	1,0	40 500	33 600	0,290
22207	35	72	23	1,1	52 000	45 500	0,430
22208	40	80	23	1,1	61 000	50 000	0,580
22209	45	85	23	1,1	64 000	56 000	0,600
22210	50	90	23	1,1	65 500	60 000	0,650
22211	55	100	25	1,5	80 000	73 500	0,880
22212	60	110	28	1,5	100 000	95 000	1,200
22213	65	120	31	1,5	116 000	112 000	1,590
22214	70	125	31	1,5	118 000[1])	102 000 [1])	1,670
22215	75	130	31	1,5	122 000[1])	108 000 [1])	1,760
22216	80	140	33	2,0	132 000[1])	112 000 [1])	2,200
22217	85	150	36	2,0	146 000[1])	122 000 [1])	2,800
22218	90	160	40	2,0	180 000[1])	153 000 [1])	3,550
22219	95	170	43	2,1	208 000[1])	183 000 [1])	4,310
22220	100	180	46	2,1	232 000[1])	208 000 [1])	5,200

[1]) Typ ložiska 222JB

Typ 223
Rozměrová skupina 23

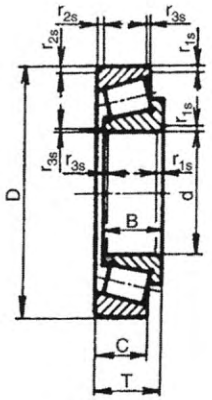
Rozměry v mm

Označení ložiska	Rozměry				Základní únosnost (N)		Hmotnost (kg) ≈
	d	D	B	$r_{s\,min}$	dynamická C	statická C_0	
22308	40	90	33	1,5	86 500[1])	65 500[1])	1,030
22309	45	100	36	1,5	100 000[1])	80 000[1])	1,400
22310	50	110	40	2,0	134 000[1])	110 000[1])	1,900
22311	55	120	43	2,0	150 000[1])	122 000[1])	2,400
22312	60	130	46	2,1	176 000[1])	146 000[1])	3,100
22313	65	140	48	2,1	183 000	150 000	3,700
22314	70	150	51	2,1	236 000	200 000	4,350
22315	75	160	55	2,1	245 000	212 000	5,400
22316	80	170	58	2,1	285 000	245 000	6,600
22317	85	180	60	3,0	310 000	270 000	7,400
22318	90	190	64	3,0	360 000	315 000	9,300
22319	95	200	67	3,0	390 000	345 000	10,300
22320	100	215	73	3,0	465 000	415 000	13,000

[1]) Typ ložiska 223JB.

KUŽELÍKOVÁ LOŽISKA JEDNOŘADÁ
TYP 302, 303, 313, 322, 323

Výběr z podnikové normy
a z ČSN ISO 355 (02 4727)
Účinnost od 1. 1. 2009



Označení kuželíkového ložiska typu 302, rozměrové skupiny 02, o jmenovitém průměru díry vnitřního kroužku $d = 50$ mm:

LOŽISKO 30210

Typ 302
Rozměrová skupina 02

Rozměry v mm

Označení ložiska	Rozměrová řada ISO 355	Rozměry					Kroužek		$r_{3s\,min}$	Základní únosnost (N)		Hmotnost (kg) ≈
		d	D	B	C	T	vnitřní $r_{1s\,min}$	vnější $r_{2s\,min}$		dynamická C	statická C_0	
30203	2DB	17	40	12	11	13,25	1,0	1,0	0,3	11 000	8 000	0,08
30204	2DB	20	47	14	12	15,25	1,0	1,0	0,3	16 600	12 700	0,12
30205	3CC	25	52	15	13	16,25	1,0	1,0	0,3	19 300	15 300	0,15
30206	3DB	30	62	16	14	17,25	1,0	1,0	0,3	25 500	20 400	0,22
30207	3DB	35	72	17	15	18,25	1,5	1,5	0,6	30 500	24 000	0,32
30208	3DB	40	80	18	16	19,75	1,5	1,5	0,6	35 500	28 500	0,42
30209	3DB	45	85	19	16	20,75	1,5	1,5	0,6	40 000	33 500	0,47
30210	3DB	50	90	20	17	21,75	1,5	1,5	0,6	45 000	38 000	0,53
30211	3DB	55	100	21	18	22,75	2,0	1,5	0,6	56 000	48 000	0,69
30212	3EB	60	110	22	19	23,75	2,0	1,5	0,6	61 000	52 000	0,86
30213	3EB	65	120	23	20	24,75	2,0	1,5	0,6	72 000	63 000	1,10
30214	3EB	70	125	24	21	26,25	2,0	1,5	0,6	76 500	68 000	1,22
30215	4DB	75	130	25	22	27,25	2,0	1,5	0,6	85 000	78 000	1,33
30216	3EB	80	140	26	22	28,25	2,5	2,0	0,6	91 500	81 500	1,59
30217	3EB	85	150	28	24	30,50	2,5	2,0	0,6	110 000	100 000	2,00
30218	3FB	90	160	30	26	32,50	2,5	2,0	0,6	122 000	112 000	2,49
30219	3FB	95	170	32	27	34,50	3,0	2,5	1,0	134 000	125 000	2,96
30220	3FB	100	180	34	29	37,00	3,0	2,5	1,0	156 000	150 000	3,54

Typ 303
Rozměrová skupina 03

Rozměry v mm

Označení ložiska	Rozměrová řada ISO 355	Rozměry					Kroužek		$r_{3s\ min}$	Základní únosnost (N)		Hmotnost (kg) ≈
		d	D	B	C	T	vnitřní $r_{1s\ min}$	vnější $r_{2s\ min}$		dynamická C	statická C_0	
30302	2FB	15	42	13	11	14,25	1,0	1,0	0,3	14 000	9 800	0,09
30303	2FB	17	47	14	12	15,25	1,0	1,0	0,3	17 300	12 500	0,13
30304	2FB	20	52	15	13	16,25	1,5	1,5	0,6	21 600	16 300	0,17
30305	2FB	25	62	17	15	18,25	1,5	1,5	0,6	26 500	19 600	0,25
30306	2FB	30	72	19	16	20,75	1,5	1,5	0,6	34 500	26 500	0,38
30307	2FB	35	80	21	18	22,75	2,0	1,5	0,6	45 000	35 500	0,52
30308	2FB	40	90	23	20	25,25	2,0	1,5	0,6	52 000	43 000	0,70
30309	2FB	45	100	25	22	27,25	2,0	1,5	0,6	65 500	55 000	0,92
30310	2FB	50	110	27	23	29,25	2,5	2,0	0,6	76 500	65 500	1,19
30311	2FB	55	120	29	25	31,50	2,5	2,0	0,6	85 000	72 000	1,53
30312	2FB	60	130	31	26	33,50	3,0	2,5	1,0	102 000	88 000	1,90
30313	2GB	65	140	33	28	36,00	3,0	2,5	1,0	118 000	104 000	2,30
30314	2GB	70	150	35	30	38,00	3,0	2,5	1,0	134 000	118 000	3,00
30315	2GB	75	160	37	31	40,00	3,0	2,5	1,0	153 000	134 000	3,40
30316	2GB	80	170	39	33	42,50	3,0	2,5	1,0	166 000	146 000	4,00
30317	2GB	85	180	41	34	44,50	4,0	3,0	1,0	186 000	166 000	4,70
30318	2GB	90	190	43	36	46,50	4,0	3,0	1,0	204 000	186 000	5,50
30319	2GB	95	200	45	38	49,50	4,0	3,0	1,0	245 000	228 000	6,40
30320	2GB	100	215	47	39	51,50	4,0	3,0	1,0	270 000	250 000	7,90

Typ 313
Rozměrová skupina 13

Rozměry v mm

Označení ložiska	Rozměrová řada ISO 355	Rozměry					Kroužek		$r_{3s\ min}$	Základní únosnost (N)		Hmotnost (kg) ≈
		d	D	B	C	T	vnitřní $r_{1s\ min}$	vnější $r_{2s\ min}$		dynamická C	statická C_0	
31305	7FB	25	62	17	13	18,25	1,5	1,5	0,6	24 500	19 000	0,225
31306	7FB	30	72	19	14	20,75	1,5	1,5	0,6	27 500	21 200	0,372
31307	7FB	35	80	21	15	22,75	2,0	1,5	0,6	38 000	30 500	0,500
31308	7FB	40	90	23	17	25,25	2,0	1,5	0,6	46 500	37 500	0,685
31309	7FB	45	100	25	18	27,25	2,0	1,5	0,6	57 000	47 500	0,819
31310	7FB	50	110	27	19	29,25	2,5	2,0	0,6	67 000	56 000	1,160
31311	7FB	55	120	29	21	31,50	2,5	2,0	0,6	75 000	62 000	1,490
31312	7FB	60	130	31	22	33,50	3,0	2,5	1,0	88 000	73 500	1,830
31313	7GB	65	140	33	23	36,00	3,0	2,5	1,0	106 000	91 500	2,250
31314	7GB	70	150	35	25	38,00	3,0	2,5	1,0	122 000	108 000	2,820

Typ 322
Rozměrová skupina 22

Rozměry v mm

Označení ložiska	Rozměrová řada ISO 355	Rozměry					Kroužek		$r_{3s\ min}$	Základní únosnost (N)		Hmotnost (kg) ≈
		d	D	B	C	T	vnitřní $r_{1s\ min}$	vnější $r_{2s\ min}$		dynamická C	statická C_0	
32206	3DC	30	62	20	17	21,25	1,0	1,0	0,3	32 000	27 000	0,28
32207	3DC	35	72	23	19	24,25	1,5	1,5	0,6	40 000	34 000	0,42
32208	3DC	40	80	23	19	24,75	1,5	1,5	0,6	45 000	38 000	0,51
32209	3DC	45	85	23	19	24,75	1,5	1,5	0,6	49 000	44 000	0,56
32210	3DC	50	90	23	19	24,75	1,5	1,5	0,6	51 000	45 000	0,59
32211	3DC	55	100	25	21	26,75	2,0	1,5	0,6	67 000	60 000	0,82
32212	3EC	60	110	28	24	29,75	2,0	1,5	0,6	80 000	73 500	1,10
32213	3EC	65	120	31	27	32,75	2,0	1,5	0,6	96 500	90 000	1.48
32214	3EC	70	125	31	27	33,25	2,0	1,5	0,6	98 000	93 000	1,56
32215	4DC	75	130	31	27	33,25	2,0	1,5	0,6	102 000	98 000	1,62
32216	3EC	80	140	33	28	35,25	2,5	2,0	0,6	116 000	110 000	2,00
32217	3EC	85	150	36	30	38,50	2,5	2,0	0,6	134 000	132 000	2,50
32218	3FC	90	160	40	34	42,50	2,5	2,0	0,6	160 000	163 000	3,30
32219	3FC	95	170	43	37	45,50	3,0	2,5	1,0	180 000	180 000	4,00
32220	3FC	100	180	46	39	49,00	3,0	2,5	1,0	204 000	208 000	4,75

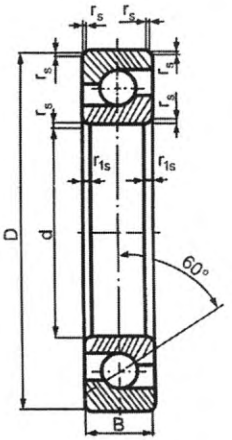
Typ 323
Rozměrová skupina 23

Rozměry v mm

Označení ložiska	Rozměrová řada ISO 355	Rozměry					Kroužek		$r_{3s\ min}$	Základní únosnost (N)		Hmotnost (kg) ≈
		d	D	B	C	T	vnitřní $r_{1s\ min}$	vnější $r_{2s\ min}$		dynamická C	statická C_0	
32304	2FD	20	52	21	18	22,25	1,5	1,5	0,6	28 500	32 200	0,27
32305	2FD	25	62	24	20	25,25	1,5	1,5	0,6	36 500	30 000	0,36
32306	2FD	30	72	27	23	28,75	1,5	1,5	0,6	48 000	41 500	0,54
32307	2FE	35	80	31	25	32,75	2,0	1,5	0,6	61 000	53 000	0,72
32308	2FD	40	90	33	27	35,25	2,0	1,5	0,6	71 000	64 000	0,99
32309	2FD	45	100	36	30	38,25	2,0	1,5	0,6	86 500	80 000	1,33
32310	2FD	50	110	40	33	42,25	2,5	2,0	0,6	110 000	104 000	1,74
32311	2FD	55	120	43	35	45,50	2,5	2,0	0,6	122 000	116 000	2,20
32312	2FD	60	130	46	37	48,50	3,0	2,5	1,0	140 000	134 000	2,80
32313	2GD	65	140	48	39	51,00	3,0	2,5	1,0	163 000	156 000	3,40
32314	2GD	70	150	51	42	54,00	3,0	2,5	1,0	183 000	176 000	4,10
32315	2GD	75	160	55	45	58,00	3,0	2,5	1,0	212 000	208 000	5,00
32316	2GD	80	170	58	48	61,50	3,0	2,5	1,0	250 000	250 000	5,90
32317	2GD	85	180	60	49	63,50	4,0	3,0	1,0	260 000	270 000	6,85
32318	2GD	90	190	64	53	67,50	4,0	3,0	1,0	290 000	300 000	8,25
32319	2GD	95	200	67	55	71,50	4,0	3,0	1,0	335 000	345 000	9,55
32320	2GD	100	215	73	60	77,50	4,0	3,0	1,0	380 000	400 000	12,10

AXIÁLNÍ KULIČKOVÁ LOŽISKA JEDNOSMĚRNÁ S KOSOÚHLÝM STYKEM

Výběr z podnikové normy
a z ČSN 02 4735
Účinnost od 1. 11. 1992



Označení axiálního ložiska jednosměrného s kosoúhlým stykem $\alpha = 60°$, rozměrové skupiny 02, $d = 80$ mm:

LOŽISKO 760216

Rozměrová skupina 02

Rozměry v mm

Označení ložiska	d	D	B	a ≈	$r_{s\,min}$	$r_{1s\,min}$	Hmotnost kg, ≈
760204	20	47	14	36,0	1,0	0,6	0,130
760205	25	52	15	41,0	1,0	0,6	0,160
760206	30	62	16	48,0	1,0	0,6	0,240
760207	35	72	17	55,0	1,1	0,6	0,345
760208	40	80	18	62,5	1,1	0,6	0,445
760209	45	85	19	66,0	1,1	0,6	0,505
760210	50	90	20	71,5	1,1	0,6	0,575
760211	55	100	21	77,5	1,5	1,0	0,750
760212	60	110	22	86,0	1,5	1,0	0,960
760213	65	120	23	92,5	1,5	1,0	1,200
760214	70	125	24	96,5	1,5	1,0	1,320
760215	75	130	25	102,5	1,5	1,0	1,445
760216	80	140	26	109,0	2,0	1,0	1,760
760217	85	150	28	117,0	2,0	1,0	2,190
760218	90	160	30	124,0	2,0	1,0	2,690
760219	95	170	32	131,0	2,1	1,1	3,260
760220	100	180	34	138,0	2,1	1,1	3,905

Hmotnost ložisek je vypočtena pro masivní klec na bázi polyamidu zpevněného skleněnými vlákny.

Rozměrová skupina 03

Rozměry v mm

Označení ložiska	d	D	B	a ≈	$r_{s\,min}$	$r_{1s\,min}$	Hmotnost kg, ≈
760304	20	52	15	39,5	1,1	0,6	0,175
760305	25	62	17	47,5	1,1	0,6	0,280
760306	30	72	19	55,5	1,1	0,6	0,415
760307	35	80	21	61,5	1,5	1,0	0,555
760308	40	90	23	68,5	1,5	1,0	0,765
760309	45	100	25	77,5	1,5	1,0	1,020
760310	50	110	27	85,5	2,0	1,0	1,330
760311	55	120	29	91,5	2,0	1,0	1,690
760312	60	130	31	98,0	2,1	1,1	2,115
760313	65	140	33	107,5	2,1	1,1	2,600
760314	70	150	35	113,0	2,1	1,1	3,155
760315	75	160	37	123,0	2,1	1,1	3,790
760316	80	170	39	129,5	2,1	1,1	4,495
760317	85	180	41	136,0	3,0	1,1	5,290
760318	90	190	43	142,5	3,0	1,1	6,170
760319	95	200	45	150,0	3,0	1,1	7,145
760320	100	215	47	161,0	3,0	1,1	8,725

Hmotnost ložisek je vypočtena pro masivní klec na bázi polyamidu zpevněného skleněnými vlákny.

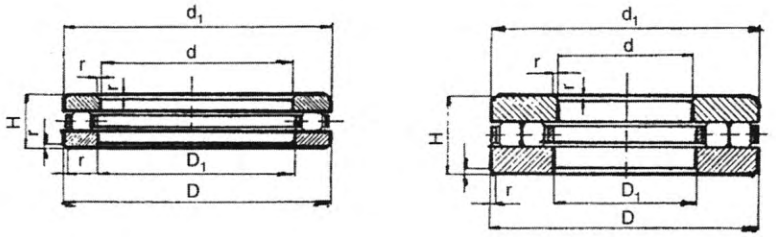
Minimální hodnoty dynamické a statické únosnosti

Základní únosnost v kN

d mm	Rozměrová skupina			
	02		03	
	C	C_o	C	C_o
20	19,6	36,0	24,5	45,5
25	22,0	44,0	28,5	58,5
30	26,0	56,0	34,5	78,0
35	30,0	71,0	36,5	86,5
40	37,5	91,5	50,0	118,0
45	38,0	96,5	58,5	146,0
50	39,0	106,0	69,5	180,0
55	40,5	114,0	80,0	208,0
60	56,0	160,0	88,0	236,0
65	57,0	170,0	100,0	280,0
70	65,5	193,0	110,0	310,0
75	67,0	208,0	125,0	365,0
80	76,5	240,0	137,0	405,0
85	88,0	280,0	160,0	465,0
90	98,0	315,0	163,0	490,0
95	110,0	355,0	163,0	510,0
100	122,0	400,0	193,0	610,0

AXIÁLNÍ VÁLEČKOVÁ LOŽISKA JEDNOSMĚRNÁ

Výběr z podnikové normy



Označení axiálního válečkového ložiska jednosměrného, rozměrové skupiny 11, d = 110 mm:

LOŽISKO 81122

Typ 811
Rozměrová skupina 11

Rozměry v mm

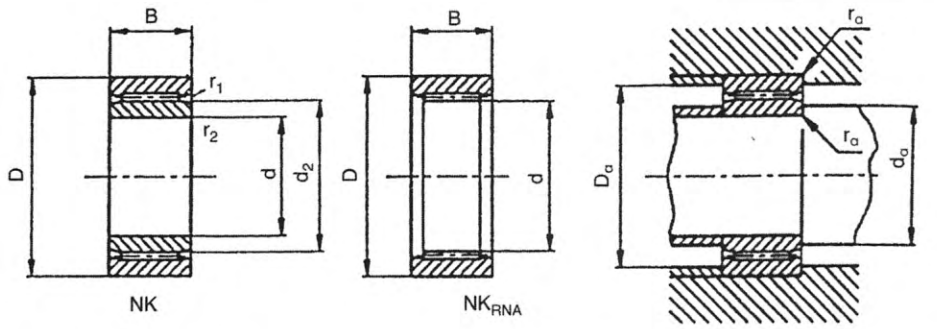
Označení ložiska	d	$D_{1s\,min}$	D	$d_{1s\,max}$	H	$r_{s\,min}$	Hmotnost kg, ≈
81102	15	16	28	28	9	0,3	0,024
81103	17	18	30	30	9	0,3	0,027
81104	20	21	35	35	10	0,3	0,037
81105	25	26	42	42	11	0,6	0,053
81106	30	32	47	47	11	0,6	0,057
81107	35	37	52	52	12	0,6	0.073
81108	40	42	60	60	13	0,6	0,11
81109	45	47	65	65	14	0,6	0,13
81110	50	52	70	70	14	0,6	0,14
81111	55	57	78	78	16	0,6	0,22
81112	60	62	85	85	17	1	0,27
81113	65	67	90	90	18	1	0,31
81114	70	72	95	95	18	1	0,33
81115	75	77	100	100	19	1	0,38
81116	80	82	105	105	19	1	0,40
81117	85	87	110	110	19	1	0,42
81118	90	92	120	120	22	1	0,64
81120	100	102	135	135	25	1	1,00
81122	110	112	145	145	25	1	1,10
81124	120	122	155	155	25	1	1,15
81126	130	132	170	170	30	1	1,70
81128	140	142	180	178	31	1	1,95
81130	150	152	190	188	31	1	2,05
81132	160	162	200	198	31	1	2,20

Pokračování

Označení ložiska	d	$D_{1s\ min}$	D	$d_{1s\ max}$	H	$r_{s\ min}$	Hmotnost kg, ≈
81134	170	172	215	213	34	1,1	2,95
81136	180	183	225	222	34	1,1	3,05
81138	190	193	240	237	37	1,1	3,85
81140	200	203	250	247	37	1,1	4,00
81144	220	223	270	267	37	1,1	4,50
81148	240	243	300	297	45	1,5	7,25
81152	260	263	320	317	45	1,5	7,85
81156	280	283	350	347	53	1,5	10,5
81160	300	304	380	376	62	2	16,5
81164	320	324	440	396	63	2	18,0
81168	340	344	420	416	64	2	19,5
81172	360	364	440	436	65	2	19,5
81176	380	384	460	456	65	2	22,0
81180	400	404	480	476	65	2	23,0
81184	420	424	500	495	65	2	24,0
81188	440	444	540	535	80	2,1	39,5
81192	460	464	560	555	80	2,1	41,0
81196	480	484	580	575	80	2,1	43,0
811/500	500	504	600	595	80	2,1	44,0
811/530	530	534	640	635	85	3	55,5
811/560	560	564	670	665	85	3	58,0
811/600	600	604	710	705	85	3	62,0

JEHLOVÁ LOŽISKA JEDNOŘADÁ

Výběr z podnikových katalogů



Označení jehlového ložiska – jednořadého s vnitřním kroužkem o průměru d = 17 mm, D = 29 mm, šířky B = 16 mm:

LOŽISKO NK 17/16

Označení jehlového ložiska jednořadého bez vnitřního kroužku o průměru d = 17 mm, D = 25 mm, šířky B = 16 mm:

LOŽISKO NK_{RNA} 17/16

Rozměrová skupina NK

Rozměry (mm)					Základní únostnost (N)		Hmotnost	Připojovací rozměry		
d	D	B	d_2	$r_{1,2\ min.}$	dynamická C	statická C_o	kg	$d_{a\ min.}$	$D_{a\ max}$	$r_{a\ max}$
5	15	12	8	0,3	3 800	4 250	0,012	7	13	0,3
	15	16	8	0,3	5 010	5 850	0,015	7	13	0,3
6	16	12	9	0,3	4 400	5 200	0,014	8	14	0,3
	16	16	9	0,3	5 720	7 200	0,017	8	14	0,3
7	17	12	10	0,3	4 570	5 700	0,014	9	15	0,3
	17	16	10	0,3	5 940	8 000	0,018	9	15	0,3
9	19	12	12	0,3	6 710	8 150	0,017	11	17	0,3
	19	16	12	0,3	9 130	12 000	0,022	11	17	0,3
10	22	13	14	0,3	8 800	10 400	0,023	12	20	0,3
	22	14	14	0,3	7 370	8 150	0,025	12	20	0,3
	22	14	14	0,3	7 370	8 150	0,025	12	20	0,3
	22	16	14	0,3	10 200	12 500	0,029	12	20	0,3
	22	20	14	0,3	12 800	16 600	0,037	12	20	0,3
12	24	13	16	0,3	9 900	12 200	0,026	14	22	0,3
	24	14	16	0,3	8 090	9 650	0,028	14	22	0,3
	24	14	16	0,3	8 090	9 650	0,028	14	22	0,3
	24	16	16	0,3	11 700	15 300	0,033	14	22	0,3
	24	20	16	0,3	14 500	20 000	0,042	14	22	0,3
	24	20	16	0,3	16 100	23 200	0,046	14	22	0,3
15	27	16	19	0,3	13 400	19 000	0,039	17	25	0,3
	27	20	19	0,3	16 500	25 500	0,049	17	25	0,3
	28	13	20	0,3	11 200	15 300	0,034	17	26	0,3
	28	14	20	0,3	9 130	12 000	0,037	17	26	0,3
	28	14	20	0,3	9 130	12 000	0,037	17	26	0,3
	28	23	20	0,3	9 130	12 000	0,037	17	26	0,3

Rozměrová skupina NK – *pokračování*

Rozměry (mm)					Základní únosnost (N)		Hmotnost	Připojovací rozměry		
d	D	B	d_2	$r_{1,2\ min.}$	dynamická C	statická C_o	kg	$d_{a\ min.}$	$D_{a\ max}$	$r_{a\ max}$
17	29	16	21	0,3	13 800	20 400	0,042	19	27	0,3
	29	20	21	0,3	17 200	27 000	0,053	19	27	0,3
	30	13	22	0,3	11 400	16 300	0,037	19	28	0,3
	30	14	22	0,3	9 520	12 900	0,040	19	28	0,3
	30	14	22	0,3	9 520	12 900	0,040	19	28	0,3
	30	23	22	0,3	18 700	30 500	0,072	19	28	0,3
	37	20	24	0,6	26 000	33 500	0,098	21	33	0,6
20	32	16	24	0,3	15 400	24 500	0,049	22	30	0,3
	32	20	24	0,3	19 000	32 500	0,061	22	30	0,3
	37	17	25	0,3	21 600	28 000	0,075	22	35	0,3
	37	18	25	0,3	19 400	22 400	0,080	22	35	0,3
	37	18	25	0,3	19 400	22 400	0,080	22	35	0,3
	37	30	25	0,3	35 200	53 000	0,14	22	35	0,3
	42	20	28	0,6	28 600	39 000	0,13	24	38	0,6
22	34	16	26	0,3	15 700	26 000	0,052	24	32	0,3
	34	20	26	0,3	19 400	34 500	0,065	24	32	0,3
	39	17	28	0,3	23 300	32 000	0,080	24	37	0,3
	39	30	28	0,3	36 900	57 000	0,15	24	37	0,3
25	38	20	29	0,3	22 000	36 500	0,079	27	36	0,3
	38	30	29	0,3	31 900	60 000	0,12	27	36	0,3
	42	17	30	0,3	24 200	34 500	0,088	27	40	0,3
	42	18	30	0,3	21 600	27 500	0,090	27	40	0,3
	42	18	30	0,3	21 600	27 500	0,090	27	40	0,3
	42	30	30	0,3	38 000	62 000	0,16	27	40	0,3
	47	22	32	0,6	34 100	46 500	0,16	29	43	0,6
	28	23	20	0,3	9 130	12 000	0,037	17	26	0,3
28	42	20	32	0,3	23 300	40 500	0,097	30	40	0,3
	42	30	32	0,3	34 100	65 500	0,15	30	40	0,3
	45	17	32	0,3	25 100	36 500	0,098	30	43	0,3
	45	30	32	0,3	39 600	65 500	0,18	30	43	0,3
30	45	20	35	0,3	24 600	45 000	0,11	32	43	0,3
	45	30	35	0,3	35 800	72 000	0,17	32	43	0,3
30	47	17	35	0,3	25 500	39 000	0,10	32	45	0,3
	47	18	35	0,3	23 300	32 000	0,10	32	45	0,3
	47	18	35	0,3	23 300	32 000	0,10	32	45	0,3
	47	30	35	0,3	42 900	75 000	0,19	32	45	0,3
	52	22	37	0,6	36 000	54 000	0,18	34	48	0,6
32	47	20	37	0,3	25 100	46 500	0,12	34	45	0,3
	47	30	37	0,3	36 900	76 500	0,18	34	45	0,3
	52	20	40	0,6	30 800	51 000	0,16	36	48	0,6
	52	36	40	0,6	47 300	90 000	0,29	36	48	0,6
35	50	20	40	0,3	26 400	51 000	0,13	37	48	0,3
	50	30	40	0,3	38 000	83 000	0,19	37	48	0,3
	55	20	42	0,6	31 900	54 000	0,17	39	51	0,6
	55	21	42	0,6	27 000	43 000	0,18	39	51	0,6
	55	21	42	0,6	27 000	43 000	0,18	39	51	0,6
	55	36	42	0,6	48 400	93 000	0,31	39	51	0,6
	58	22	43	0,6	39 100	61 000	0,22	39	54	0,6
38	53	20	43	0,3	27 500	55 000	0,14	40	51	0,3
	53	30	43	0,3	40 200	90 000	0,21	40	51	0,3

Rozměrová skupina NK – *pokračování*

Rozměry (mm)					Základní únostnost (N)		Hmotnost	Připojovací rozměry		
d	D	B	d_2	$r_{1,2\ min.}$	dynamická C	statická C_o	kg	$d_{a\ min.}$	$D_{a\ max}$	$r_{a\ max}$
40	55	20	45	0,3	27 500	57 000	0,14	42	53	0,3
	55	30	45	0,3	40 200	93 000	0,22	42	53	0,3
	62	22	48	0,6	42 900	71 000	0,23	44	58	0,6
	62	23	48	0,6	36 900	58 500	0,25	44	58	0,6
	62	23	48	0,6	36 900	58 500	0,25	44	58	0,6
	62	40	48	0,6	67 100	125 000	0,43	44	58	0,6
	65	22	50	1	42 900	72 000	0,28	45	60	1
42	57	20	47	0,3	29 200	61 000	0,15	44	55	0,3
	57	30	47	0,3	41 800	98 000	0,22	44	55	0,3
45	62	25	50	0,6	38 000	78 000	0,23	49	58	0,6
	62	35	50	0,6	49 500	110 000	0,32	49	58	0,6
	68	22	52	0,6	45 700	78 000	0,27	49	64	0,6
	68	23	52	0,6	39 100	64 000	0,29	49	64	0,6
	68	23	52	0,6	39 100	64 000	0,29	19	64	0,6
	68	40	52	0,6	70 400	137 000	0,50	49	64	0,6
	72	22	55	1	44 600	78 000	0,34	50	67	1
50	68	25	55	0,6	40 200	88 000	0,27	54	64	0,6
	68	35	55	0,6	52 300	122 000	0,38	54	64	0,6
	72	22	58	0,6	47 300	85 000	0,27	54	68	0,6
	72	23	58	0,6	40 200	69 500	0,30	54	68	0,6
	72	23	58	0,6	40 200	69 500	0,30	54	68	0,6
	72	40	58	0,6	73 700	150 000	0,52	54	68	0,6
	80	28	60	1,1	62 700	104 000	0,52	56,5	73,5	1

Rozměrová skupina NK_{RNA}

Rozměry (mm)				Základní únostnost (N)		Hmotnost	Připojovací rozměry	
d	D	B	$r_{1,2\ min.}$	statická C	dynamická C_o	kg	$D_{a\ max}$	$r_{a\ max}$
5	10	10	0,15	2 290	2 000	0,0031	8,8	0,1
	10	12	0,15	2 920	2 700	0,0037	8,8	0,1
6	12	10	0,15	2 550	2 360	0,0047	10,8	0,1
	12	12	0,15	3 100	3 200	0,0057	10,8	0,1
7	14	10	0,3	2 810	2 750	0,0069	12	0,3
	14	12	0,3	3 580	3 750	0,0082	12	0,3
8	15	12	0,3	3 800	1 250	0,0087	13	0,3
	15	16	0,3	5 010	5 850	0,012	13	0,3
9	16	12	0,3	4 400	5 200	0,010	14	0,3
	16	16	0,3	5 720	7 200	0,013	14	0,3
10	17	12	0,3	4 400	5 400	0,010	15	0,3
	17	16	0,3	5 940	8 000	0,013	15	03
12	19	12	0,3	6 710	8 150	0,012	17	0,1
	19	16	0,3	9 130	12 000	0,016	17	0,3
14	22	13	0,3	8 800	10 400	0,017	20	0,3
	22	13	0,3	7 370	8 150	0,016	20	0,3
	22	13	0,3	7 370	8 150	0,016	20	0,3
	22	16	0,3	10 200	12 500	0,021	20	0,3
	22	20	0,3	12 800	16 600	0,026	20	0,3
15	23	16	0,3	11 000	14 000	0,022	21	0,3
	23	20	0,3	13 800	18 300	0,027	21	0,3

Rozměrová skupina NK_{RNA} – *pokračování*

Rozměry (mm)				Základní únostnost (N)		Hmotnost	Připojovací rozměry	
d	D	B	$r_{1,2\ min.}$	statická C	dynamická C_0	kg	$D_{a\ max}$	$r_{a\ max}$
16	24	13	0,3	9 900	12 200	0,017	22	0,3
	24	13	0,3	8 090	9 650	0,018	22	0,3
	24	13	0,3	8 090	9 650	0,018	22	0,3
	24	16	0,3	11 700	15 300	0,022	22	0,3
	24	20	0,3	14 500	20 000	0,028	22	0,3
	24	22	0,3	16 100	23 200	0,031	22	0,3
17	25	16	0,3	12 100	16 600	0,024	23	0,3
	25	20	0,3	15 100	22 000	0,030	23	0,3
18	26	16	0,3	12 800	17 600	0,025	24	0,3
	26	20	0,3	16 100	23 600	0,031	24	0,3
19	27	16	0,3	13 400	19 000	0,026	25	0,3
	27	20	0,3	16 500	25 500	0,032	25	0,3
20	28	13	0,3	11 200	15 300	0,022	26	0,3
	28	13	0,3	9 130	12 000	0,022	26	0,3
	28	13	0,3	9 130	12 000	0,022	26	0,3
	28	16	0,3	13 200	19 300	0,027	26	0,3
	28	20	0,3	16 500	25 500	0,034	26	0,3
	28	23	0,3	17 200	27 000	0,040	26	0,3
21	29	16	0,3	13 800	20 400	0,028	27	0,3
	29	20	0,3	17 200	27 000	0,035	27	0,3
22	30	13	0,3	11 400	16 300	0,022	28	0,3
	30	13	0,3	9 520	12 900	0,023	28	0,3
	30	13	0,3	9 520	12 900	0,023	28	0,3
	30	16	0,3	14 200	21 600	0,030	28	0,3
	30	20	0,3	17 900	29 000	0,037	28	0,3
	30	23	0,3	18 700	30 500	0,042	28	0,3
24	32	16	0,3	15 400	24 500	0,032	30	0,3
	32	20	0,3	19 000	32 500	0,040	30	0,3
	37	20	0,6	26 000	33 500	0,066	33	0,6
25	33	16	0,3	15 100	24 500	0,033	31	0,3
	33	20	0,3	19 000	32 500	0,042	31	0,3
	37	17	0,3	21 600	28 000	0,052	35	0,3
	37	17	0,3	19 400	22 400	0,056	35	0,3
	37	17	0,3	19 400	22 400	0,056	35	0,3
	37	30	0,3	35 200	53 000	0,10	35	0,3
	38	20	0,6	27 500	36 000	0,068	34	0,6
26	34	16	0,3	15 700	26 000	0,034	32	0,3
	34	20	0,3	19 400	34 500	0,042	32	0,3
28	37	20	0,3	22 000	36 500	0,052	35	0,3
	37	30	0,3	31 900	60 000	0,082	35	0,3
	39	17	0,3	23 300	32 000	0,050	37	0,3
	39	30	0,3	36 900	57 000	0,098	37	0,3
	42	20	0,3	28 600	39 000	0,084	38	0,6
29	38	20	0,3	22 000	36 500	0,054	16	0,3
	38	30	0,3	31 900	60 000	0,084	36	0,3
30	40	20	0,3	22 900	38 000	0,065	38	0,3
	40	30	0,3	33 000	63 000	0,098	38	0,3
	42	17	0,3	24 200	34 500	0,061	40	0,3
	42	17	0,3	21 600	27 500	0,060	40	0,3
	42	17	0,3	21 600	27 500	0,060	40	0,3

Rozměrová skupina NK_{RNA} – *pokračování*

Rozměry (mm)				Základní únostnost (N)		Hmotnost	Připojovací rozměry	
d	*D*	*B*	$r_{1,2\ min.}$	statická *C*	dynamická C_0	kg	$D_{a\ max}$	$r_{a\ max}$
30	42	30	0,3	38 000	62 000	0,11	40	0,3
	45	22	0,6	31 900	43 000	0,10	41	0,6
32	42	20	0,3	23 300	40 500	0,068	40	0,3
	42	30	0,3	34 100	65 500	0,10	40	0,3
	45	17	0,3	25 100	36 500	0,073	43	0,3
	45	30	0,3	39 600	65 500	0,14	43	0,3
	47	22	0,6	34 100	46 500	0,11	43	0,6
35	45	20	0,3	24 600	45 000	0,074	43	0,3
	45	30	0,3	35 800	72 000	0,11	43	0,3
	47	17	0,3	25 500	39 000	0,069	45	0,3
	47	17	0,3	23 300	32 000	0,069	45	0,3
	47	17	0,3	23 300	32 000	0,069	45	0,3
	47	30	0,3	42 900	75 000	0,13	45	0,3
	50	22	0,6	35 200	50 000	0,12	46	0,6
37	47	20	0,3	25 100	46 500	0,077	45	0,3
	47	30	0,3	36 900	76 500	0,11	45	0,3
	52	22	0,6	36 900	54 000	0,12	48	0,6
38	48	20	0,3	25 500	49 000	0,079	46	0,3
	48	30	0,3	37 400	80 000	0,12	46	0,3
40	50	20	0,3	26 400	51 000	0,083	48	0,3
	50	30	0,3	38 000	83 000	0,13	48	0,3
	52	20	0,6	30 800	51 000	0,089	48	0,6
	52	36	0,6	47 300	90 000	0,16	48	0,6
	55	22	0,6	38 000	57 000	0,13	51	0,6
42	52	20	0,3	27 000	53 000	0,086	50	0,3
	52	30	0,3	39 100	86 500	0,13	50	0,3
	55	20	0,6	31 900	54 000	0,11	51	0,6
	55	20	0,6	27 000	43 000	0,11	51	0,6
	55	20	0,6	27 000	43 000	0,11	51	0,6
	55	36	0,6	48 400	93 000	0,19	51	0,6
43	53	20	0,3	27 500	55 000	0,086	51	0,3
	53	30	0,3	40 200	90 000	0,13	51	0,3
	58	22	0,6	39 100	61 000	0,14	53	0,6
45	55	20	0,3	27 500	55 000	0,086	51	0,3
	55	30	0,3	40 200	90 000	0,13	51	0,3
	60	22	0,6	39 100	61 000	0,14	53	0,6
47	57	20	0,3	29 200	61 000	0,095	55	0,3
	57	30	0,3	41 800	98 000	0,14	55	0,3
48	62	22	0,6	42 900	71 000	0,14	58	0,6
	62	22	0,6	36 900	58 500	0,15	58	0,6
	62	22	0,6	36 900	58 500	0,15	58	0,6
	62	40	0,6	67 100	125 000	0,26	58	0,6
50	62	25	0,6	38 000	78 000	0,16	58	0,6
	62	35	0,6	49 500	110 000	0,22	58	0,6
	62	22	1	42 900	72 000	0,16	60	1
52	68	22	0,6	45 700	78 000	0,18	64	0,6
	68	22	0,6	39 100	64 ono	0,16	64	0,6
	68	22	0,6	39 100	64 000	0,16	64	0,6
	68	40	0,6	70 400	137 000	0,34	64	0,6

Poznámka: Informace o vyráběných standardních ložiskách – ZKL – ZRL Praha, a.s., včetně speciálních na zakázku. Výrobce dvouřadých soudečkových ložisek – ZKL Brno, a. s.

Typ 812
Rozměrová skupina 12

Rozměry v mm

Označení ložiska	d	$D_{1s\,min}$	D	$d_{1s\,max}$	H	$r_{s\,min}$	Hmotnost kg, ≈
81206	30	32	52	52	16	0,6	0,12
81207	35	37	62	62	18	1	0,20
81208	40	42	68	68	19	1	0,25
81209	45	47	73	73	20	1	0,30
81210	50	52	78	78	22	1	0,36
81211	55	57	90	90	25	1	0,57
81212	60	62	95	95	26	1	0,64
81213	65	67	100	100	27	1	0,72
81214	70	72	105	105	27	1	0,77
81215	75	77	110	110	27	1	0,81
81216	80	82	115	115	28	1	0,90
81217	85	88	125	125	31	1	1,30
81218	90	93	135	135	35	1,1	1,75
81220	100	103	150	150	38	1,1	2,20
81222	110	113	160	160	38	1,1	2,45
81224	120	123	170	170	39	1,1	2,70
81226	130	133	190	187	45	1,5	4,20
81228	140	143	200	197	46	1,5	4,55
81230	150	153	215	212	50	1,5	5,90
81232	160	163	225	222	51	1,5	6,20
81234	170	173	240	237	55	1,5	7,70
81236	180	183	250	247	56	1,5	8,25
81238	190	194	270	267	62	2	10,5
81240	200	204	280	277	62	2	12,0
81244	220	224	300	297	63	2	13,0
81248	240	244	340	335	78	2,1	22,0
81252	260	264	360	355	79	2,1	24,0
81256	280	284	380	375	80	2,1	26,0
81260	300	304	420	415	95	3	40,5
81264	320	325	440	435	95	3	42,5
81268	340	345	460	455	96	3	47,0
81272	360	365	500	495	110	4	65,5
81276	380	485	520	515	112	4	70,0
81280	400	405	540	535	112	4	73,0
81284	420	425	580	575	130	5	95,5
81288	440	445	600	595	130	5	110
81292	460	465	620	615	130	5	118
81296	480	485	650	645	135	5	128
812/500	500	505	670	665	135	5	133
812/530	530	535	710	705	140	5	154
812/560	560	565	750	745	150	5	187
812/600	600	605	800	795	160	5	240

Typ 893
Rozměrová skupina 93

Rozměry v mm

Označení ložiska	d	$D_{1s\,min}$	D	$d_{1s\,max}$	H	$r_{s\,min}$	Hmotnost kg, ≈
89306	30	32	60	60	18	1	0,10
89307	35	37	68	68	20	1	0,13
89308	40	42	78	78	22	1	0,19
89309	45	47	85	85	24	1	0,25
89310	50	52	95	95	27	1,1	0,36
89311	55	57	105	105	30	1,1	0,49
89312	60	62	110	110	30	1,1	0,52
89313	65	67	115	115	30	1,1	0,54
89314	70	72	125	125	34	1,1	0,80
89315	75	77	135	135	36	1,5	0,97
89316	80	82	140	140	36	1,5	1,02
89317	85	88	150	150	39	1,5	1,23
89318	90	93	155	155	39	1,5	1,33
89320	100	103	170	170	42	1,5	1,69
89322	110	113	190	187	48	2	2,44
89324	120	123	210	205	54	2,1	3,40
89326	130	134	225	220	58	2,1	4,05
89328	140	144	240	235	60	2,1	4,80
89330	150	154	250	245	60	2,1	5,06
89332	160	164	270	265	67	3	6,73
89334	170	174	280	275	67	3	7,03
89336	180	184	300	295	73	3	8,70
89338	190	195	320	315	78	4	10,63
89340	200	205	340	335	85	4	12,57

PŘEHLED POUŽITELNOSTI VALIVÝCH LOŽISEK

	Valivá ložiska					
	kuličková jednořadá	kuličková dvouřadá opěrná	válečková jednořadá	válečková dvouřadá naklápěcí	kuželíková	kuličková jednosměrná axiální
Únosnost radiální	střední	střední	vysoká	vysoká	vysoká	–
axiální	malá	střední	malá	střední	vysoká	velká
Obvodová rychlost čepu ($m\,s^{-1}$)						
do 1, do 3, do 15	velmi dobře vyhovuje	vyhovuje velmi dobře				
nad 15		vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje
Teplota ložiska (°C)						
do 0, do 100	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje
nad 200	nevhodné	nevhodné	nevhodné	nevhodné	nevhodné	nevhodné
Třecí odpor						
statický, kinetický	velmi nízký	velmi nízký	velmi nízký	velmi nízký	velmi nízký	velmi nízký
Trvanlivost	střední	střední	velká	velká	střední	střední
Tlumení vibrací	–	–	–	–	–	–
Hlučnost při vyšších otáčkách	značná	velká	značná	velká	velká	–

VALIVÁ LOŽISKA DYNAMICKÁ ÚNOSNOST A TRVANLIVOST

Výběr z ČSN ISO 281 (02 4607) Účinnost od 1. 1. 2009

Značky

C_r – základní radiální dynamická únosnost v N;
C_a – základní axiální dynamická únosnost v N;
C_{or} – základní radiální statická únosnost[1]) v N;
C_{oa} – základní axiální statická únosnost[1]) v N;
D_w – průměr kuličky v mm;
D_{we} – průměr válečku pro výpočet únosnosti v mm;
D_{pw} – průměr kružnice procházející středy souboru kuliček nebo válečků v mm;
F_r – radiální zatížení na ložisko – radiální složka skutečného zatížení působící na ložisko v N,
F_a – axiální zatížení na ložisko – axiální složka skutečného zatížení působící na ložisko v N;
L_{10} – základní trvanlivost v miliónech otáček;
L_{na} – upravená trvanlivost v miliónech otáček;
L_{we} – délka válečku používaná pro výpočet únosnosti v mm;
P_r – radiální dynamická ekvivalentní zatížení v N;
P_a – axiální dynamické ekvivalentní zatížení v N;

X – koeficient radiálního dynamického zatížení;
Y – koeficient axiálního dynamického zatížení;
Z – počet kuliček nebo válečků jednořadého ložiska; počet valivých těles v jedné řadě víceřadého ložiska, když je stejný počet v každé řadě;
a_1 – koeficient upravené trvanlivosti pro spolehlivost (viz 9.3);
a_2 – koeficient upravené trvanlivosti pro zvláštní vlastnosti ložiska (viz 9.4);
a_3 – koeficient upravené trvanlivosti pro podmínky provozu (viz 9.5);
b_m – koeficient pro současně běžně užívané materiály a kvalitu výroby, který se mění v závislosti na typu a konstrukci ložiska;
e – mezní hodnota vztahu F_a/F_r určující hodnotu koeficientu X a Y;
f_c – koeficient, který závisí na geometrii součástí ložiska, přesnosti výroby a materiálu;
f_o – koeficient, který závisí na geometrii součástí ložiska a použité úrovni napětí[1]);
i – počet řad kuliček nebo válečků v ložisku;
α – jmenovitý úhel styku ložiska, ve stupních.

[1]) Definice a metody výpočtu viz ISO 76

Radiální kuličková ložiska

Základní radiální dynamická únosnost

Základní radiální dynamická únosnost, C_r, radiálních kuličkových ložisek a radiálních kuličkových ložisek s kosoúhlým stykem je dána vztahem

$$C_r = b_m f_c (i \cos \alpha)^{0,7} Z^{2/3} D_w^{1,8} \quad \text{pro} \quad D_w \leq 25{,}4 \text{ mm}$$

$$C_r = 3{,}647 b_m f_c (i \cos \alpha)^{0,7} Z^{2/3} D_w^{1,4} \quad \text{pro} \quad D_w \leq 25{,}4 \text{ mm}$$

Hodnoty b_m uvádí tabulka 1. Hodnoty f_c uvádí tabulka 2. Jsou vhodné pro ložiska s poloměrem žlábku v příčném řezu oběžné dráhy ne větším než $0{,}52 D_w$ u vnitřního kroužku radiálních kuličkových ložisek a u kuličkových ložisek s kosoúhlým stykem a $0{,}53 D_w$ u vnějších kroužků těchže ložisek a též u vnitřních kroužků kuličkových ložisek naklápěcích.

Únosnost ložiska se nezvětšuje při použití menších poloměrů žlábů, ale zmenšuje se při použití většího poloměru než je uvedeno výše.

Tabulka 1 – Hodnota b_m pro radiální kuličková ložiska

Typ ložiska	b_m
Radiální kuličková ložiska a radiální kuličková ložiska s kosoúhlým stykem (kromě ložisek s plnicí drážkou a vyklápěcích ložisek) a kuličková ložiska naklápěcí	1,3
Kuličková ložiska s plnicí drážkou	1,1
Vyklápěcí ložiska	1,0

Tabulka 2 – Hodnota f_c pro radiální kuličková ložiska

[1] $\frac{D_w \cos \alpha}{D_{pw}}$	f_c			
	– jednořadá – jednořadá a dvouřadá s kosoúhlým stykem	– dvouřadá	– jednořadá a dvouřadá naklápěcí	– jednořadá rozebíratelná
0,01	29,1	27,5	9,9	9,4
0,02	35,8	33,9	12,4	11,7
0,03	40,3	38,2	14,3	13,4
0,04	43,8	41,5	15,9	14,9
0,05	46,7	44,2	17,3	16,2
0,06	49,1	46,5	18,6	17,4
0,07	51,1	48,4	19,9	18,5
0,08	52,8	50,0	21,1	19,5
0,09	54,3	51,4	22,3	20,6
0,10	55,5	52,6	23,4	21,5
0,11	56,6	53,6	24,5	22,5
0,12	57,2	54,5	25,6	23,4
0,13	58,2	55,2	26,6	24,4
0,14	58,8	55,7	27,7	25,3
0,15	59,3	56,1	28,7	26,2
0,16	59,6	56,5	29,7	27,1
0,17	59,8	56,7	30,7	27,9
0,18	59,9	56,8	31,7	28,8
0,19	60,0	56,8	32,6	29,7
0,20	59,9	56,8	33,5	30,5
0,21	59,8	56,6	34,4	31,3
0,22	59,6	56,5	35,2	32,1
0,23	59,3	56,2	36,1	32,9
0,24	59,0	55,9	36,8	33,7
0,25	58,6	55,5	37,5	34,5
0,26	58,2	55,1	38,2	35,2
0,27	57,7	54,6	38,8	35,9
0,28	57,1	54,1	39,4	36,6
0,29	56,6	53,6	39,9	37,2
0,30	56,0	53,0	40,3	37,8
0,31	55,3	52,4	40,6	38,4
0,32	54,6	51,8	40,9	38,9
0,33	53,9	51,1	41,1	39,4
0,34	53,2	50,4	41,2	39,8
0,35	52,4	49,7	41,3	40,1
0,36	51,7	48,9	41,3	40,4
0,37	50,9	48,2	41,2	40,7
0,38	50,0	47,4	41,0	40,8
0,39	49,2	46,6	40,7	40,9
0,40	48,4	45,8	40,4	40,9

[1]) Hodnoty f_c pro hodnoty, které jsou v rozmezí hodnot $\frac{D_w \cos \alpha}{D_{pw}}$, se stanoví lineární interpolací.

Sdružená ložiska

Při výpočtu základní radiální únosnosti dvou stejných radiálních jednořadých kuličkových ložisek namontovaných v řadě na jednom hřídeli, takže pracují jako jednotka (sdružená ložiska), se dvojice ložisek považuje za jedno radiální dvouřadé ložisko.

Při výpočtu základní radiální únosnosti dvou stejných radiálních kuličkových ložisek jednořadých s kosoúhlým stykem namontovaných v řadě na jednom hřídeli, takže pracují jako jednotka (sdružená ložiska) sestavená do „X" nebo do „O", se dvojice ložisek považuje za jedno dvouřadé ložisko s kosoúhlým stykem.

Základní radiální únosnost dvou nebo více stejných radiálních kuličkových ložisek jednořadých s kosoúhlým stykem, namontovaných v řadě na jednom hřídeli, takže pracují jako jednotka (sdružená ložiska) sestavená do „T (tandem)", vyrobených a montovaných pro rovnoměrné rozložení napětí, odpovídá počtu ložisek umocněnému exponentem 0,7 a násobenému základní únosností jednoho jednořadého ložiska.

Radiální dynamické ekvivalentní zatížení

Radiální dynamické ekvivalentní zatížení, P_r, pro radiální kuličková ložiska s kosoúhlým stykem je při stálém radiálním a axiálním zatížení

$$P_r = XF_r + YF_a$$

Hodnoty koeficientu X a Y uvádí tabulka 3.

Sdružená ložiska

Při výpočtu radiálního ekvivalentního zatížení dvou stejných kuličkových ložisek jednořadých s kosoúhlým stykem namontovaných v řadě na jednom hřídeli, takže pracují jako jednotka (sdružená ložiska) sestavená do „X" nebo „O", se dvojice ložisek považuje za jedno dvouřadé ložisko s kosoúhlým stykem.

Při výpočtu radiálního ekvivalentního zatížení dvou nebo více radiálních kuličkových ložisek jednořadých namontovaných v řadě na jednom hřídeli, takže pracují jako jednotka (sdružená ložiska) sestavená do „T (tandem)", se používají hodnoty X a Y uvedené pro kuličková ložiska jednořadá. „Relativní axiální zatížení" (viz tabulka 3) se stanoví použitím $i = 1$ a hodnot F_a a C_{or} pro jedno ložisko (i když pro výpočet ekvivalentního zatížení celé sestavy se používají hodnoty F_r a F_a odpovídající celému zatížení).

Základní trvanlivost

Základní trvanlivost, L_{10}, pro radiální kuličková ložiska

$$L_{10} = \left(\frac{C_r}{P_r}\right)^3$$

Tato rovnice trvanlivosti se používá též pro výpočet trvanlivosti dvou nebo více sdružených jednořadých ložisek pracujících jako jeden celek. V tom případě se únosnost C_r vypočítá pro celou sestavu ložisek a ekvivalentní zatížení P_r se vypočítá pro celkové zatížení působící na sestavu použitím hodnot X a Y.

Rovnice trvanlivosti dává uspokojivé výsledky pro široký rozsah zatížení. Avšak příliš vysoká zatížení mohou způsobit nežádoucí plastické deformace ve styku kuliček s oběžnými dráhami. Proto se doporučuje, aby spotřebitel konzultoval u výrobce ložisek použitelnost rovnice trvanlivosti v případě, kdy P_r je vyšší než C_{or} nebo $0{,}5C_r$.

Tabulka 3 – Hodnoty X a Y pro radiální kuličková ložiska

Typ ložiska		„Relativní axiální zatížení" [1], [2]		Jednořadá ložiska				Dvouřadá ložiska				e
				$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		
				X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
		$\frac{f_o F_a^3)}{C_{or}}$	$\frac{F_a}{iZD_w^2)}$									
Radiální kuličková ložiska		0,172	0,172	1	0	0,56	2,30	1	0	0,56	2,30	0,19
		0,345	0,345				1,99				1,99	0,22
		0,689	0,689				1,71				1,71	0,26
		1,03	1,03				1,55				1,55	0,28
		1,38	1,38				1,45				1,45	0,30
		2,07	2,07				1,31				1,31	0,34
		3,45	3,45				1,15				1,15	0,38
		5,17	5,17				1,04				1,04	0,42
		6,89	6,89				1,00				1,00	0,44
		$\frac{f_o i F_a^3)}{C_{or}}$	$\frac{F_a}{ZD_w^2)}$									
Kuličková ložiska s kosoúhlým stykem	$\alpha = 5°$	0,173	0,172	1	0	Pro tento typ ložiska se používají hodnoty X, Y, e uvedené pro radiální kuličková ložiska		1	2,78	0,78	3,74	0,23
		0,346	0,345						2,40		3,23	0,26
		0,692	0,689						2,07		2,78	0,30
		1,04	1,03						1,87		2,52	0,34
		1,38	1,38						1,75		2,36	0,36
		2,08	2,07						1,58		2,13	0,40
		3,46	3,45						1,39		1,87	0,45
		5,19	5,17						1,26		1,69	0,50
		6,92	6,89						1,21		1,63	0,52
	$\alpha = 10°$	0,175	0,172	1	0	0,46	1,88	1	2,18	0,75	3,06	0,29
		0,350	0,345				1,71		1,98		2,78	0,32
		0,700	0,689				1,52		1,76		2,47	0,36
		1,05	1,03				1,41		1,63		2,29	0,38
		1,40	1,38				1,34		1,55		2,18	0,40
		2,10	2,07				1,23		1,42		2,00	0,44
		3,50	3,45				1,10		1,27		1,79	0,49
		5,25	5,17				1,01		1,17		1,64	0,54
		7,00	6,89				1,00		1,16		1,63	0,54
	$\alpha = 15°$	0,178	0,172	1	0	0,44	1,47	1	1,65	0,72	2,39	0,38
		0,357	0,345				1,40		1,57		2,28	0,40
		0,714	0,689				1,30		1,46		2,11	0,43
		1,07	1,03				1,23		1,38		2,00	0,46
		1,43	1,38				1,19		1,34		1,93	0,47
		2,14	2,07				1,12		1,26		1,82	0,50
		3,57	3,45				1,02		1,14		1,66	0,55
		5,35	5,17				1,00		1,12		1,63	0,56
		7,14	6,89				1,00		1,12		1,63	0,56

Typ ložiska		„Relativní axiální zatížení" [1], [2]		Jednořadá ložiska				Dvouřadá ložiska				e
				$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		
				X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
Kuličková ložiska s kosoúhlým stykem	$\alpha = 20°$	—	—	1	0	0,43	1,00	1	1,09	0,70	1,63	0,57
	$\alpha = 25°$	—	—			0,41	0,87		0,92	0,67	1,41	0,68
	$\alpha = 30°$	—	—			0,39	0,76		0,78	0,63	1,24	0,80
	$\alpha = 35°$	—	—			0,37	0,66		0,66	0,60	1,07	0,95
	$\alpha = 40°$	—	—			0,35	0,57		0,55	0,57	0,93	1,14
	$\alpha = 45°$	—	—			0,33	0,50		0,47	0,54	0,81	1,34
Kuličková ložiska naklápěcí				1	0	0,4	0,4 ctg α	1	0,42 ctg α	0,65	0,65 ctg α	1,5 tg α
Kuličková ložiska jednořadá rozebíratelná				1	0	0,5	2,5	—	—	—	—	0,2

[1]) Dovolená maximální hodnota závisí na konstrukci ložiska (vůli v ložisku a hloubce žlábku oběžné dráhy). Použití prvního nebo druhého sloupce je závislé na dostupných informacích.

[2]) Hodnoty X, Y, e pro hodnoty, které jsou v rozmezí hodnot „relativního axiálního zatížení" a(nebo) úhlu styku, se stanoví lineární interpolací.

[3]) Hodnoty f_0 — viz ISO 76.

Axiální kuličková ložiska

Základní axiální dynamická únosnost

Jednořadá ložiska

Základní axiální dynamická únosnost C_a, jednořadých, jednosměrných a obousměrných axiálních ložisek kuličkových

$C_a = b_m f_c Z^{2/3} D_w^{1,8}$ pro $D_w \leq 25{,}4$ mm a $\alpha = 90°$

$C_a = b_m f_c (\cos\alpha)^{0,7} \operatorname{tg}\alpha\, Z^{2/3} D_w^{1,8}$ pro $D_w \leq 25{,}4$ mm a $\alpha \neq 90°$

$C_a = 3{,}647 b_m f_c Z^{2/3} D_w^{1,4}$ pro $D_w > 25{,}4$ mm a $\alpha = 90°$

$C_a = 3{,}647 b_m f_c (\cos\alpha)^{0,7} \operatorname{tg}\alpha\, Z^{2/3} D_w^{1,4}$ pro $D_w > 25{,}4$ mm a $\alpha \neq 90°$

kde Z je počet kuliček přenášejících zatížení v jednom směru;
b_m — 1,3.

Hodnoty f_c uvedené v tabulce 4 se používají pro ložiska s poloměrem žlábku v příčném řezu oběžné dráhy ne větším než $0{,}54 D_w$.

Únosnost ložiska se nezvětšuje při použití menšího poloměru žlábku, ale zmenšuje se při použití většího poloměru než je uvedeno výše.

Ložiska se dvěma nebo více řadami kuliček

Základní axiální dynamická únosnost, C_a, axiálních kuličkových ložisek se dvěma nebo více řadami stejných kuliček, které nesou zatížení v jednom směru

$$C_a = (Z_1 + Z_2 + \ldots + Z_n) \cdot \left[\left(\frac{Z_1}{C_{a1}} \right)^{10/3} + \left(\frac{Z_2}{C_{a2}} \right)^{10/3} + \ldots + \left(\frac{Z_n}{C_{an}} \right)^{10/3} \right]^{-3/10}$$

Únosnost C_{a1}, C_{a2}, ..., C_{an} pro řady s počtem kuliček Z_1, Z_2, ..., Z_n se vypočítají podle příslušné rovnice pro jednořadá axiální ložiska.

Tabulka 4 — Hodnoty f_c pro axiální kuličková ložiska

$\frac{D_w}{D_{pw}}$ [1]	f_c	$\frac{D_w \cos \alpha}{D_{pw}}$ [1]	f_c		
	$\alpha = 90°$		$\alpha = 45°$ [2]	$\alpha = 60°$	$\alpha = 75°$
0,01	36,7	0,01	42,1	39,2	37,3
0,02	45,2	0,02	51,7	48,1	45,9
0,03	51,1	0,03	58,2	54,2	51,7
0,04	55,7	0,04	63,3	58,9	56,1
0,05	59,5	0,05	67,3	62,6	59,7
0,06	62,9	0,06	70,7	65,8	62,7
0,07	65,8	0,07	73,5	68,4	65,2
0,08	68,5	0,08	75,9	70,7	67,3
0,09	71,0	0,09	78,0	72,6	69,2
0,10	73,3	0,10	79,7	74,2	70,7
0,11	75,4	0,11	81,1	75,5	
0,12	77,4	0,12	82,3	76,6	
0,13	79,3	0,13	83,3	77,5	
0,14	81,1	0,14	84,1	78,3	
0,15	82,7	0,15	84,7	78,8	
0,16	84,4	0,16	85,1	79,2	
0,17	85,9	0,17	85,4	79,5	
0,18	87,4	0,18	85,5	79,6	
0,19	88,8	0,19	85,5	79,6	
0,20	90,2	0,20	85,4	79,5	
0,21	91,2	0,21	85,2		
0,22	92,8	0,22	84,9		
0,23	94,1	0,23	84,5		
0,24	95,3	0,24	84,0		
0,25	96,4	0,25	83,4		
0,26	97,6	0,26	82,8		
0,27	98,7	0,27	82,0		
0,28	99,8	0,28	81,3		
0,29	100,8	0,29	80,4		
0,30	101,9	0,30	79,6		
0,31	102,9				
0,32	103,9				
0,33	104,8				
0,34	105,8				
0,35	106,7				

[1]) Hodnoty f_c pro $\frac{D_w}{D_{pw}}$ nebo $\frac{D_w \cos \alpha}{D_{pw}}$ a(nebo) pro jiný úhel styku, kromě uvedených v tabulce se určí lineární interpolací nebo extrapolací.

[2]) Pro axiální ložiska $\alpha > 45°$. Hodnoty pro $\alpha = 45°$ umožňují interpolaci hodnot pro α mezi 45° a 60°.

Axiální dynamické ekvivalentní zatížení

Axiální dynamické ekvivalentní zatížení, P_a, pro axiální kuličková ložiska s $\alpha \neq 90°$ je při stálém radiálním a axiálním zatížení

$$P_a = XF_r + YF_a$$

Hodnoty koeficientů X a Y uvádí tabulka 5.

Axiální kuličková ložiska s $\alpha = 90°$ mohou přenášet pouze axiální zatížení. Axiální dynamické ekvivalentní zatížení těchto ložisek

$$P_a = F_a$$

Základní trvanlivost

Základní trvanlivost, L_{10} pro axiální kuličková ložiska je dána vztahem

$$L_{10} = \left(\frac{C_a}{P_a}\right)^3$$

Rovnice trvanlivosti dává uspokojivé výsledky pro široký rozsah zatížení ložisek. Avšak příliš vysoká zatížení mohou způsobit nežádoucí plastické deformace ve styku kuliček s oběžnými dráhami. Proto se doporučuje, aby spotřebitel konzultoval u výrobce ložisek použitelnost rovnice trvanlivosti v případech, kdy P_a je vyšší než $0{,}5C_a$.

Tabulka 5 — Hodnoty X, Y pro axiální kuličková ložiska

α[1])	Jednosměrná ložiska[2])		Obousměrná ložiska				e
	$\frac{F_a}{F_r} > e$		$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		
	X	Y	X	Y	X	Y	
45° [3])	0,66		1,18	0,59	0,66		1,25
50°	0,73		1,37	0,57	0,73		1,49
55°	0,81		1,6	0,56	0,81		1,79
60°	0,92		1,9	0,55	0,92		2,17
65°	1,06	1	2,3	0,54	1,06	1	2,68
70°	1,28		2,9	0,53	1,28		3,43
75°	1,66		3,89	0,52	1,66		4,67
80°	2,43		5,86	0,52	2,43		7,09
85°	4,80		11,75	0,51	4,80		14,29
$\alpha = 90°$	$1{,}25 \operatorname{tg}\alpha\left(1 - \frac{2}{3}\sin\alpha\right)$	1	$\frac{20}{13}\operatorname{tg}\alpha\left(1 - \frac{1}{3}\sin\alpha\right)$	$\frac{10}{13}\left(1 - \frac{1}{3}\sin\alpha\right)$	$1{,}25 \operatorname{tg}\alpha\left(1 - \frac{1}{3}\sin\alpha\right)$	1	$1{,}25 \operatorname{tg}\alpha$

[1]) Hodnoty X, Y, e pro úhly, které jsou v rozmezí hodnot α, se stanoví lineární interpolací.

[2]) $\frac{F_a}{F_r} \leq e$ není vhodný pro jednosměrná ložiska.

[3]) Pro axiální ložiska $\alpha > 45°$. Hodnoty pro $\alpha = 45°$ umožňují interpolaci hodnot pro α mezi 45° a 50°.

Radiální válečková ložiska

Základní radiální dynamická únosnost

$$C_r = b_m f_c (i L_{we} \cos\alpha)^{7/9} Z^{3/4} D_{we}^{29/27}$$

Tabulka 6 — Hodnoty b_m pro radiální válečková ložiska

Typ ložiska	b_m
Válečková, kuželíková a jehlová ložiska s kroužky mechanicky opracovanými	1,1
Jehlová ložiska s lisovaným vnějším kroužkem	1
Soudečková ložiska	1,15

Tabulka 7 — Maximální hodnoty f_c pro radiální válečková ložiska

$\frac{D_{we} \cos \alpha}{D_{pw}}$ [1]	f_c	$\frac{D_{we} \cos \alpha}{D_{pw}}$ [1]	f_c	$\frac{D_{we} \cos \alpha}{D_{pw}}$ [1]	f_c	$\frac{D_{we} \cos \alpha}{D_{pw}}$ [1]	f_c	$\frac{D_{we} \cos \alpha}{D_{pw}}$ [1]	f_c	$\frac{D_{we} \cos \alpha}{D_{pw}}$ [1]	f_c
0,01	52,1	0,06	76,9	0,11	85,4	0,16	88,5	0,21	88,5	0,26	86,4
0,02	60,8	0,07	79,2	0,12	86,4	0,17	88,7	0,22	88,2	0,27	85,8
0,03	66,5	0,08	81,2	0,13	87,1	0,18	88,8	0,23	87,9	0,28	85,2
0,04	70,7	0,09	82,8	0,14	87,7	0,19	88,8	0,24	87,5	0,29	84,5
0,05	74,1	0,10	84,2	0,15	88,2	0,20	88,7	0,25	87,0	0,30	83,8

[1]) Hodnoty f_c pro hodnoty, které jsou v rozmezí hodnot $\frac{D_{we} \cos \alpha}{D_{pw}}$, se stanoví lineární interpolací.

Základní dynamické ekvivalentní zatížení

$$P_r = XF_r + YF_a$$

Tabulka 8 — Hodnoty X a Y pro radiální válečková ložiska

Typ ložiska	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		e
	X	Y	X	Y	
Jednořadá, $\alpha \neq 0$	1	0	0,4	0,4 ctg α	1,5 tg α
Dvouřadá, $\alpha \neq 0$	1	0,45 ctg α	0,67	0,67 ctg α	1,5 tg α

Základní trvanlivost

$$L_{10} = \left(\frac{C_r}{P_r}\right)^{10/3}$$

Axiální válečková ložiska

Základní axiální dynamická únosnost

$$C_a = b_m f_c L_{we}^{7,9} Z^{3/4} D_{we}^{29,27} \quad \text{pro} \quad \alpha = 90°$$

$$C_a = b_m f_c (L_{we} \cos \alpha)^{7,9} \operatorname{tg} \alpha \, Z^{3/4} D_{we}^{29,27} \quad \text{pro} \quad \alpha \neq 90°,$$

kde Z je počet válečků přenášejících zatížení v jednom směru.

Jestliže je několik válečků na téže straně osy ložiska uloženo tak, že jejich osy jsou identické, pak se tyto válečky považují za jeden váleček délky L_{we} rovné součtu délek těchto válečků.

Tabulka 9 — Hodnoty b_m pro axiální ložiska

Typ ložiska	b_m
Válečková a jehlová ložiska	1
Kuželíková ložiska	1,1
Soudečková ložiska	1,15

Tabulka 10 – Maximální hodnoty f_c pro axiální válečková ložiska

$\frac{D_{we}}{D_{pw}}$ [1]	f_c	$\frac{D_{we} \cos \alpha}{D_{pw}}$ [1]	f_c		
	$\alpha = 90°$		$\alpha = 50°$ [2]	$\alpha = 65°$ [3]	$\alpha = 80°$ [4]
0,01	105,4	0,01	109,7	107,1	105,6
0,02	122,9	0,02	127,8	124,7	123,0
0,03	134,5	0,03	139,5	136,2	134,3
0,04	143,4	0,04	148,3	144,7	142,8
0,05	150,7	0,05	155,2	151,5	149,4
0,06	156,9	0,06	160,9	157,0	154,9
0,07	162,4	0,07	165,6	161,6	159,4
0,08	167,2	0,08	169,5	165,5	163,2
0,09	171,7	0,09	172,8	168,7	166,4
0,10	175,7	0,10	175,5	171,4	169,0
0,11	179,5	0,11	177,8	173,6	171,2
0,12	183,0	0,12	179,7	175,4	173,0
0,13	186,3	0,13	181,1	176,8	174,4
0,14	189,4	0,14	182,3	177,9	175,5
0,15	192,3	0,15	183,1	178,8	176,3
0,16	195,1	0,16	183,7	179,3	
0,17	197,7	0,17	184,0	179,6	
0,18	200,3	0,18	184,1	179,7	
0,19	202,7	0,19	184,0	179,6	
0,20	205,0	0,20	183,7	179,3	
0,21	207,2	0,21	183,2		
0,22	209,4	0,22	182,6		
0,23	211,5	0,23	181,8		
0,24	213,5	0,24	180,9		
0,25	215,4	0,25	179,8		
0,26	217,3	0,26	178,7		
0,27	219,1				
0,28	220,9				
0,29	222,7				
0,30	224,3				

[1]) Hodnoty f_c pro mezihodnoty $\frac{D_{we}}{D_{pw}}$ nebo $\frac{D_{we} \cos \alpha}{D_{pw}}$ se stanoví lineární interpolací.

[2]) Používá se pro $45° < \alpha < 60°$

[3]) Používá se pro $60° \leq \alpha < 75°$

[4]) Používá se pro $75° \leq \alpha < 90°$

Ložiska se dvěma nebo více řadami válečků

Základní axiální dynamická únosnost, C_a, axiálních válečkových ložisek se dvěma nebo více řadami válečků přenášejících zatížení v jednom směru

$$C_a = (Z_1 L_{we1} + Z_2 L_{we2} + \ldots + Z_n L_{wen}) \cdot \left[\left(\frac{Z_1 L_{we1}}{C_{a1}} \right)^{9/2} + \left(\frac{Z_2 L_{we2}}{C_{a2}} \right)^{9/2} + \ldots + \left(\frac{Z_n L_{wen}}{C_{an}} \right)^{9/2} \right]^{-2/9}$$

Únosnosti $C_{a1}, C_{a2}, \ldots, C_{an}$ pro řady s počtem válečků $Z_1, z_2, \ldots, Z_n$ s délkou $L_{we1}, L_{we2}, \ldots, L_{wen}$ se vypočítají podle příslušné rovnice pro jednořadá ložiska.

Válečky nebo část celkového počtu válečků, které se dotýkají téže oběžné dráhy kroužku, náleží k jedné řadě.

Axiální dynamické ekvivalentní zatížení

$$P_a = XF_r + YF_a$$

Tabulka 11 — Hodnoty X a Y axiálních válečkových ložisek

Typ ložiska	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		e
	X	Y	X	Y	
Jednosměrná, $\alpha \neq 90°$	$-$ [1])	$-$ [1])	tg α	1	1,5 tg α
Obousměrná, $\alpha \neq 90°$	1,5 tg α	0,67	tg α	1	1,5 tg α

[1]) Vztah $\frac{F_a}{F_r} \leq e$ není vhodný pro jednosměrná ložiska.

Základní trvanlivost axiálních válečkových ložisek

$$L_{10} = \left(\frac{C_a}{P_a}\right)^{10/3}$$

Hodnoty C_a a P_a se vypočítají ze základní axiální dynamické únosnosti a z axiálního dynamického eikvivalentního zatížení.

VALIVÁ LOŽISKA. STATICKÁ ÚNOSNOST

Výběr z ČSN ISO 76 (02 4610)
Účinnost od 1. 1. 2009

Značky

C_{or} — základní radiální statická únosnost, N,
C_{oa} — základní axiální statická únosnost, N,
D_{pw} — roztečný průměr kuliček nebo válečků (obecně), mm,
D_w — průměr kuličky, mm,
D_{we} — průměr válečku (obecně) pro výpočet únosnosti, mm,
L_{we} — délka válečku (obecně) pro výpočet únosnosti, mm,
F_r — radiální zatížení na ložisko nebo radiální složka skutečného zatížení působící na ložisko, N,
F_a — axiální zatížení na ložisko nebo axiální složka skutečného zatížení působící na ložisko, N,
P_{or} — radiální statické ekvivalentní zatížení, N,
P_{oa} — axiální statické ekvivalentní zatížení, N,
X_o — koeficient radiálního zatížení,
Y_o — koeficient axiálního zatížení,
Z — počet valivých těles v jedné řadě víceřadého ložiska se stejným počtem valivých těles v každé řadě,
f_o — koeficient, který závisí na geometrii součástí ložiska a použité úrovni napětí,
i — počet řad valivých těles v ložisku,
α — jmenovitý úhel styku ložiska, ° (stupeň).

Radiální kuličková ložiska

Základní radiální statická únosnost

Základní radiální únosnost radiálních kuličkových ložisek je určena vztahem

$$C_{or} = f_o i Z D_w^2 \cos \alpha$$

kde hodnoty f_o jsou uvedeny v tabulce 1.

Tento vztah platí pro ložiska s radiusem oběžné dráhy v příčném řezu ne větším než $0{,}52D_w$ pro vnitřní kroužky kuličkových ložisek i kuličkových ložisek s kosoúhlým stykem a $0{,}53D_w$ pro vnější kroužky těchže ložisek i pro vnitřní kroužky kuličkových ložisek dvouřadých naklápěcích.

Únosnost se vždy nezvyšuje použitím menšího rádiusu oběžné dráhy, ale zmenšuje se při použití většího rádiusu než je uveden výše. Pro tento případ je třeba použít odpovídající menší hodnotu f_o.

Tabulka 1 – Hodnoty koeficientu f_o pro kuličková ložiska[1])

$\frac{D_w \cos \alpha}{D_{pw}}$	Koeficient f_o		
	radiální kuličková ložiska		axiální kuličková ložiska
	radiální i s kosoúhlým stykem	naklápěcí	
0,00	14,7	1,9	61,6
0,01	14,9	2,0	60,8
0,02	15,1	2,0	59,9
0,03	15,3	2,1	59,1
0,04	15,5	2,1	58,3
0,05	15,7	2,1	57,5
0,06	15,9	2,2	56,7
0,07	16,1	2,2	55,9
0,08	16,3	2,3	55,1
0,09	16,5	2,3	54,3
0,10	16,4	2,4	53,5
0,11	16,1	2,4	52,7
0,12	15,9	2,4	51,9
0,13	15,6	2,5	51,2
0,14	15,4	2,5	50,4
0,15	15,2	2,6	49,6
0,16	14,9	2,6	48,8
0,17	14,7	2,7	48,0
0,18	14,4	2,7	47,3
0,19	14,2	2,8	46,5
0,20	14,0	2,8	45,7
0,21	13,7	2,8	45,0
0,22	13,5	2,9	44,2
0,23	13,2	2,9	43,5
0,24	13,0	3,0	42,7
0,25	12,8	3,0	41,9
0,26	12,5	3,1	41,2
0,27	12,3	3,1	40,5
0,28	12,1	3,2	39,7
0,29	11,8	3,2	39,0
0,30	11,6	3,3	38,2
0,31	11,4	3,3	37,5
0,32	11,2	3,4	36,8
0,33	10,9	3,4	36,0
0,34	10,7	3,5	35,3
0,35	10,5	3,5	34,6
0,36	10,3	3,6	
0,37	10,0	3,6	
0,38	9,8	3,7	
0,39	9,6	3,8	
0,4	9,4	3,8	

[1]) Hodnoty v tabulce jsou vypočteny podle Hertze pro bodový styk s modulem pružnosti $2{,}07 \cdot 10^5$ MPa a koeficientem pružnosti Poissona 0,3. Takovéto rozdělení zatížení pro kuličková ložiska dá maximální zatížení na kuličku $5{,}0 \frac{F_r}{Z \cos \alpha}$, a pro axiální kuličková ložiska $\frac{F_a}{Z \sin \alpha}$. Hodnoty f_o pro neuvedené $\frac{D_w \cos \alpha}{D_{pw}}$ se určí lineární interpolací.

Radiální statické ekvivalentní zatížení

Radiální statické ekvivalentní zatížení pro kuličková ložiska je větší hodnota vypočtena podle vzorce

$$P_{or} = X_o F_r + Y_o F_a$$

$$P_{or} = F_r$$

kde hodnoty X_o a Y_o jsou uvedeny v tabulce 2.

Hodnoty Y_o pro neuvedené úhly styku se určí lineární interpolací.

Tabulka 2 – Hodnoty koeficientů X_o a Y_o pro ložiska kuličková

Typ ložiska	Jednořadá ložiska		Dvouřadá ložiska	
	X_o	Y_o	X_o	Y_o
radiální[1])	0,6	0,5	0,6	0,5
s kosoúhlým stykem α =				
15°	0,5	0,46	1	0,92
20°	0,5	0,42	1	0,84
25°	0,5	0,38	1	0,76
30°	0,5	0,33	1	0,66
35°	0,5	0,29	1	0,58
40°	0,5	0,26	1	0,52
45°	0,5	0,22	1	0,44
naklápěcí $\alpha \neq 0°$	0,5	0,22 ctg α	1	0,44 ctg α

[1]) Dovolená maximální hodnota F_a/C_{or} je závislá na konstrukci ložiska (vnitřní vůli a hloubce oběžné dráhy).

Axiální kuličková ložiska

Základní axiální statická únosnost

Základní axiální statická únosnost kuličkových ložisek jednosměrných a obousměrných je určena vztahem

$$C_{oa} = f_o Z D_w^2 \sin \alpha$$

kde hodnoty f_o jsou uvedeny v tabulce 1,
Z je počet kuliček zachycujících zatížení v jednom směru.

Tento vztah platí pro ložiska, kdy rádius oběžné dráhy v příčném řezu není větší než $0{,}54 D_w$.

Únosnost ložiska se vždy nezvyšuje použitím menšího rádiusu oběžné dráhy, ale zmenšuje se při použití většího radiusu. Pro tento případ je třeba použít odpovídající menší hodnotu f_o.

Axiální statické ekvivalentní zatížení

Axiální statické ekvivalentní zatížení axiálních ložisek kuličkových s $\alpha \neq 90°$ je určeno vztahem

$$P_{oa} = 2{,}3 F_r \operatorname{tg} \alpha + F_a$$

Tento vztah platí u obousměrných ložisek pro všechny poměry radiálního a axiálního zatížení. Pro jednosměrná ložiska tento vztah platí v tom případě, kdy $F_r/F_a \leq 0{,}44 \operatorname{ctg} \alpha$ a dává příznivé hodnoty P_{oa} při F_r/F_a do 0,67 ctg α.

Axiální kuličková ložiska s $\alpha = 90°$ mohou zachytit jen axiální zatížení. Axiální statistické ekvivalentní zatížení pro tento typ ložisek se stanoví podle vztahu

$$P_{oa} = F_a$$

Válečková ložiska

Základní statická únosnost

Základní statická únosnost pro válečková (obecně) ložiska

$$C_{or} = 44\left(1 - \frac{D_{we}\cos\alpha}{D_{pw}}\right) iZL_{we}D_{we}\cos\alpha$$

Sdružená ložiska

Základní radiální statická únosnost dvou stejných válečkových (obecně) ložisek jednořadých, uložených na jednom hřídeli širokými nebo úzkými čely k sobě, je rovná dvojnásobku jmenovité únosnosti jednoho jednořadého ložiska.

Základní radiální statická únosnost dvou a více stejných válečkových (obecně) ložisek jednořadých uložených v řadě na jednom hřídeli za sebou (tandem) v případě, že jsou přesně vyrobená a jsou rovnoměrně zatížená, je rovná jmenovité hodnotě únosnosti jednoho jednořadého ložiska násobené počtem ložisek.

Radiální statické ekvivalentní zatížení

Radiální statické ekvivalentní zatížení pro válečková (obecně) ložiska s $\alpha \neq 0°$ je rovná větší hodnotě ze dvou hodnot stanovených vztahy

$$P_{or} = X_o F_r + Y_o F_a$$

$$P_{or} = F_r$$

kde hodnota koeficientu X_o a Y_o pro válečková (obecně) ložiska s kosoúhlým stykem $\alpha \neq 0°$ – podle tabulky 3.

Tabulka 3 – Hodnoty koeficientu X_o a Y_o pro radiální válečková (obecně) ložiska, $\alpha \neq 0°$

Typ ložiska	X_o	Y_o
jednořadá	0,5	0,22 ctg α
dvouřadá	1,0	0,44 ctg α

Radiální statické ekvivalentní zatížení pro válečková (obecně) ložiska s $\alpha = 0°$, která zachycují čistě radiální zatížení

$$P_{or} = F_r$$

Způsobilost válečkových (obecně) ložisek s $\alpha = 0°$ zachycovat značnější axiální zatížení závisí na konstrukčním provedení ložiska. Proto spotřebitel ložisek musí konzultovat u výrobce ložisek dané uložení a obdržet odpovídající doporučení výpočtu ekvivalentního zatížení v případech, kdy radiální ložisko s $\alpha = 0°$, je vystaveno axiálnímu zatížení.

Sdružená ložiska

Při výpočtu radiálního statického ekvivalentního zatížení dvou stejných válečkových (obecně) ložisek jednořadých s kosoúhlým stykem uložených v řadě na jednom hřídeli širokými nebo úzkými čely k sobě, se používají hodnoty X_o a Y_o pro dvouřadá ložiska a hodnoty F_r a F_a se používají z celého zatížení působícího na celé sdružení.

Při výpočtu radiálního statického ekvivalentního zatížení dvou a více stejných válečkových (obecně) ložisek jednořadých s kosoúhlým stykem uložených v řadě na jednom hřídeli širokými nebo úzkými čely k sobě, se používají hodnoty X_o a Y_o stanovené pro jednořadá ložiska a hodnoty F_r a F_a se používají z celého zatížení působícího na celé sdružení.

Axiální válečková (obecně) ložiska

Základní axiální statická únosnost

Základní axiální statická únosnost axiálních válečkových (obecně) ložisek jednosměrných a obousměrných

$$C_{oa} = 220\left(1 - \frac{D_{we} - \cos\alpha}{D_{pw}}\right) ZL_{we}D_{we}\sin\alpha$$

kde Z je počet válečků (obecně zachycujících zatížení v jednom směru).

V případech, kdy válečky (obecně) mají různou délku, ZL_{we} se určuje jako součet délek podle čl. 2.7 všech válečků (obecně) zachycujících zatížení v jednom směru.

Sdružená ložiska

Základní axiální statická únosnost dvou nebo více stejných válečkových (obecně) ložisek jednosměrných s kosoúhlým stykem uložených v řadě na jednom hřídeli za sebou (tandem) v případě, že jsou přesně vyrobená a rovnoměrně zatížená, je rovná jmenovité hodnotě únosnosti jednoho jednosměrného ložiska násobené počtem ložisek.

Axiální statické ekvivalentní zatížení

Axiální statické ekvivalentní zatížení axiálních válečkových (obecně) ložisek s kosoúhlým stykem s $\alpha \neq 90°$ určeno vztahem

$$P_{0a} = 2{,}3F_r \operatorname{tg} \alpha + F_a$$

Tento vztah platí pro všechny poměry radiálních i axiálních zatížení u obousměrných ložisek. Pro jednosměrná ložiska tento vztah platí při poměru sil $F_r/F_a \leqq 0{,}44 \operatorname{ctg} \alpha$ a dává poměrně přijatelné hodnoty P_{0a} při F_r/F_a do $0{,}67 \operatorname{ctg} \alpha$ včetně.

Axiální válečková ložiska (obecně) s $\alpha = 90°$ mohou zachycovat jen axiální zatížení. Axiální statické ekvivalentní zatížení pro tato ložiska

$$P_{0a} = F_a$$

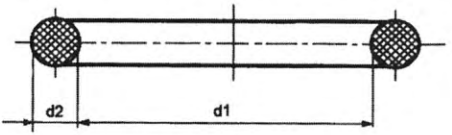
Sdružená ložiska

Při výpočtu axiálního statického ekvivalentního zatížení dvou nebo více axiálních válečkových (obecně) ložisek uložených v řadě za sebou (tandem) hodnoty F_r a F_a se použijí z celého zatížení působícího na celé sdružení.

TĚSNĚNÍ

KROUŽKY KRUHOVÉHO PRŮŘEZU PRO TĚSNĚNÍ POHYBLIVÝCH I NEPOHYBLIVÝCH ČÁSTÍ

Výběr z podnikové normy



O-KROUŽEK 5 × 1,8 NBR80

O-kroužky jsou určeny pro těsnění pohyblivých i nepohyblivých hydraulických a pneumatických zařízení.

Rozměry v mm

*d*1	tol. ±	*d*2	*d*1	tol. ±	*d*2	*d*1	tol. ±	*d*2
4,0	0,14	1,80	22,4	0,24	2,65	56,0	0,51	3,55
5,0	0,15	1,80	22,4	0,24	3,55	56,0	0,51	5,30
6,0	0,15	1,80	25,0	0,25	2,65	63,0	0,56	3,55
6,9	0,16	1,80	25,0	0,25	3,55	63,0	0,56	5,30
8,0	0,16	1,80	28,0	0,28	2,65	69,0	0,61	3,55
9,0	0,17	1,80	28,0	0,28	3,55	69,0	0,61	5,30
10,0	0,17	1,80	31,5	0,31	2,65	73,0	0,64	3,55
11,2	0,18	1,80	31,5	0,31	3,55	80,0	0,69	3,55
11,8	0,19	1,80	33,5	0,32	3,55	80,0	0,69	5,30
12,5	0,19	1,80	34,5	0,33	2,65	90,0	0,77	3,55
14,0	0,19	1,80	35,5	0,34	2,65	90,0	0,77	5,30
14,0	0,19	2,65	35,5	0,34	3,55	100,0	0,84	3,55
15,0	0,20	2,65	40,0	0,35	3,55	100,0	0,84	5,30
15,0	0,20	1,80	40,0	0,36	5,30	109,0	0,91	3,55
16,0	0,20	1,80	42,5	0,40	3,55	109,0	0,91	5,30
16,0	0,20	2,65	45,0	0,42	3,55	112,0	0,93	7,00
18,0	0,21	2,65	45,0	0,42	5,30	125,0	1,03	3,55
18,0	0,21	3,55	50,0	0,46	3,55	125,0	1,03	7,00
20,0	0,22	2,65	50,0	0,46	5,30	140,0	1.13	3,55
20,0	0,22	3,55	53,0	0,48	5,30	140,0	1.13	7,00

Pokračování

*d*1	tol. ±	*d*2	*d*1	tol. ±	*d*2	*d*1	tol. ±	*d*2
145,0	1,17	7,00	250,0	1,88	7,00	550,0	3,81	7,00
160,0	1,27	3,55	280,0	2,08	7,00	630,0	4,22	7,00
160,0	1,27	7,00	307,0	2,25	7,00			
180,0	1,41	3,55	315,0	2,30	7,00			
180,0	1,41	7,00	355,0	2,56	7,00			
185,0	1,44	7,00	387,0	2,76	7,00			
200,0	1,55	3,55	400,0	2,84	7,00			
200,0	1,55	7,00	450,0	3,15	7,00			
218,0	1,67	7,00	487,0	3,37	7,00			
236,0	1,79	7,00	500,0	3,45	7,00			

Mezní úchylky *d*2 = 1,80 ± 0,08
2,65 ± 0,09
3,55 ± 0,10
5,30 ± 0,13
7,00 ± 0,15

Pokyny pro konstruktéry

1. Pryž všestranně uzavřená nepruží. Má-li se deformovat, musí mít možnost vybočit do volného prostoru nebo do vnitřních dutin.
2. Mají-li být vratné síly malé, je vhodné použít duté těsnění.
3. Těsnění, která jsou namáhána opakovanou deformací, se nejdříve poruší v místě vrubu nebo v bodě, kde pryž dosedá na ostrou hranu.
4. Těsnění má mít těžiště co nejblíže středu plochy průřezu, aby vytlačování těsnění při výrobě bylo rovnoměrné.
5. Zakončení hrany těsnění zaoblením má příznivý vliv na dobu jeho životnosti.
6. Tvarovou stabilitu těsnění ovlivňuje rovnoměrnost tloušťky stěn, délky převislých a rozpjatých částí. Síla stěny těsnění se nedoporučuje menší jak 1 mm.

Příklad rozměrů kruhových šňůr – materiál NBR 70 d2 (mm)
1; 1,5; 1,78; 2; 2,4; 2,5; 2,62; 3; 3,2; 3,5; 3,53; 4; 4,5; 5; 5,3; 5,5; 5,7; 6; 6,35; 6,5; 7; 8; 8,4; 9; 10

Používané materiály na O-kroužky

pryž NBR 3156 pro nepohyblivé spoje: tvrdost 55 – 64 ShA, pracovní teploty od –20 °C do +70 °C, krátkodobě do +100°C. Max. tlak 16 MPa. Velmi záleží na velikosti těsněné spáry mezi materiály: čím větší je mezera, tím menší je tlaková únosnost kroužku. Pryž je vhodná pro benzin, naftu, petrolej, minerální oleje s anilinovým bodem AB 70 až 80°C, tuky, stlačený vzduch, propan, butan, freon12.

pryž NBR 3158 a 31582 pro pohyblivé spoje: tvrdost 75 – 84 ShA, pracovní teploty od –30 °C do +80 °C, krátkodobě do +100 °C. Max. tlak 10 MPa. Pryž je vhodná pro benzin, naftu, petrolej, oleje s anilinovým bodem AB do 75 °C.

pryž NBR 1078 pro pohyblivé spoje: tvrdost 75 – 84 ShA, pracovní teploty od –40 °C do +125 °C. Max. tlak 10 MPa. Pryž je vhodná pro minerální oleje (hydraulické, motorové, převodové), tuky a maziva na bázi ropy s anilinovým bodem AB 75 až 98 °C a pro stlačený vzduch.

pryž NBR 45802 až 45813 pro pohyblivé spoje a nepohyblivé spoje: tvrdost 75 – 84 ShA, pracovní teploty od –40 °C do +100 °C. Vhodná pro tuky a oleje s anilinovým bodem AB 100 až 120 °C a pro stlačený vzduch. Používá se na O-kroužky vyráběné podle ISO 3601-1.

pryž NBR 70 pro pohyblivé a nepohyblivé spoje: tvrdost kolem 70 ShA, pracovní teploty od –30 °C do +100 °C. Použití jako předchozí pryž, jedná se o materiál zahraničních O-kroužků.

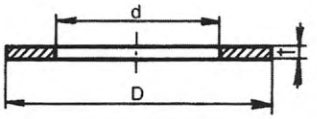
polyuretanová pryž PU 8159 pro pohyblivé a nepohyblivé spoje: vysoká tvrdost kolem 90 ShA, pracovní teploty od –30 °C do +80 °C. Vzhledem k vysoké tvrdosti se vyznačuje nízkou trvalou deformací. Vhodná pro benziny, oleje.

silikonová pryž SI 5105 až 5108 (spíše) pro nepohyblivé spoje: tvrdost od 50 ShA (5105 a 51050) do 80 ShA (5108 a 51080), vysoká tepelná odolnost od –55 °C do +180 °C, krátkodobě do +250 °C. Max. tlak do 6,3 MPa.. Vysoká odolnost proti ozónu a povětrnosti. Je vhodná do prostředí kyselin a zásad, má dobré elektroizolační vlastnosti. Nízká otěruvzdornost, propustná pro plyny. Nevhodná pro páru o tlaku nad 0,15 MPa. Neodolává ropným produktům. Pryž SI 5177 je vysokoteplotní, s trvalou odolností do +250 °C, 70 ShA.

fluorkaučuková pryž FPM 80 (Viton): tvrdost 80 ShA, teplotní odolnost je vysoká: od –20 °C do +200 °C, krátkodobě do +300 °C, v horké páře nižší. Střední mechanická pevnost, podobné využití jako pryž NBR. Nepropustný pro plyny, odolný vůči ozónu a agresivním chemikáliím. Materiál se používá u zahraničních O-kroužků.

TĚSNICÍ KROUŽKY STROJÍRENSKÝCH ŠROUBENÍ S PLOCHÝM TĚSNĚNÍM

Výběr z podnikové normy



Označení těsnicího kroužku těžkého strojírenského šroubení DN 15 z kůže:

TĚSNICÍ KROUŽEK 22 × 30 × 2

Rozměry v mm

Označení $d \times D$	Pro šroubení		d +0,2 +0,5	D −0,1 −0,3	t ≈
	lehké	těžké			
6,5 × 11	DN4	–	6,5	11	1,5
8 × 18	–	DN4	8	18	1,5
8,5 × 14	DN6	–	8,5	14	1,5
11 × 18	DN8	–	11	18	1,5
12 × 20	–	DN6, DN8	12	20	1,5
13 × 20	DN10	–	13	20	1,5
15 × 24	–	DN10	15	24	1,5
16 × 24	DN13	–	16	24	1,5
19 × 27	DN15	–	19	27	1,5
19 × 30	–	DN13	19	30	1,5
22 × 34	–	DN15	22	34	2
23 × 30	DN20	–	23	30	2
26 × 38	–	DN20	26	38	2
29 × 38	DN25	–	29	38	2
32 × 44	–	DN25	32	44	2
36 × 44	DN32	–	36	44	2
40 × 55	–	DN32	40	55	2

1. doplňková číslice	Materiál kroužku
.1	kůže
.2	tvrzený papír
.3	novodur
.4	silon
.5	azbestová deska IT (červená)
.6	azbestová deska IT (modrá)

d	D	t
4	8	1; 1,5
5	9	1; 1,5
6	10	1; 1,5; 2
	12	
8	12	1; 1,5;
	14	1;
	16	1,5; 2
9	15	1,5; 2
	19	
	20	
	21	1,5
	22	1; 2

d	D	t
10	14	1; 1,5; 2
	16	
	17	1,5
	18	1; 1,5; 2
	20	1,5; 2
	21	
	22	
	24	2
12	16	1; 1,5; 2
	17	1,5; 2
	18	1; 1,5; 2
	20	

d	D	t
13	17	1; 1,5
	19	1; 1,5; 2
14	18	1; 1,5; 2
	20	
	22	
	24	1; 1,5
16	20	1; 1,5; 2
	21	1,5; 2
	22	1; 1,5; 2
	24	1; 1,5
17	21	1,5; 2
	22	

d	D	t
18	22	1; 1,5; 2
	24	
	26	1,5; 2
20	24	1; 1,5; 2
	26	
	27	1,5; 2
	28	1; 1,5; 2
21	26	3
	27	1,5; 2
22	26	1; 1,5; 2
	27	
	28	
	29	1,5; 2
	30	1; 1,5; 2

d	D	t
24	27	1,5; 2
	28	1; 1,5; 2
	29	
	30	
	32	
26	30	1; 1,5; 2
	32	
	33	1,5; 2
27	32	1; 1,5; 2
	34	1,5; 2
	36	
28	32	1; 1,5; 2
	34	
	36	

d	D	t
30	34	1,5; 2
	36	
	38	
32	36	1,5; 2
	38	
33	39	1,5; 2
34	38	1,5; 2
	40	
36	40	1,5; 2
	42	
38	42	1,5; 2
	44	
40	44	1,5; 2
	46	
	48	

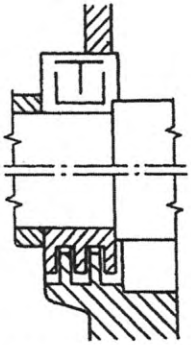
SCHEMATICKÉ OZNAČENÍ TĚSNĚNÍ

Výběr z ČSN ISO 9222-2
(15 498)
Účinnost od 1. 4. 1944

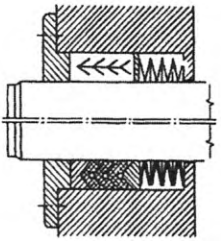
a) b) c)

a) používá se tehdy, když není důležitý směr utěsnění
b) je-li nutné označit směr utěsnění, provede se přikreslením šipky na diagonální kříž
c) břitová těsnění bez prachovky

Způsob zobrazení těsnění



Způsob zobrazení

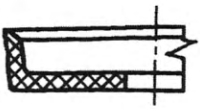
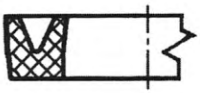
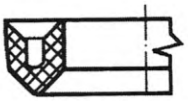
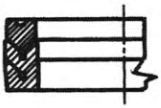


Značení těsnicích prvků

Prvek	Popis	Použití
	Dlouhá souvislá úsečka (rovnoběžná s površkou těsnicí plochy)	Statistický (zalisovaný, upevněný) prvek (těsnění nebo část těsnění)
	Dlouhá souvislá úsečka (šikmá k obrysovým čarám)[1])	Části dynamického těsnění (břit) nebo vyjádření působení (část těsnění). Ve spojení se značkou 1.1 určuje polohu strany těsnění směrem proti působení kapalin, plynů a pevných látek.
	Krátká souvislá úsečka (šikmá k obrysovým čarám a kolmá ke značce 1.2)[2])	V kombinaci se značkou 1.2, prachovky, stírací kroužky atd.
	Krátká souvislá úsečka směrem do středu čtverce[1])	Těsnicí břit manžet U, manžet V, těsnicích sestav atd.
	Krátká souvislá úsečka směrem do středu čtverce[1])	Stejné jako u 1.4 pro U-manžety, V-manžety, těsnicí sestavy, atd.
	T (břit)	Bezkontaktní těsnění, např. labyrintová
	T zasunuto v U	
	U (drážka)	

PŘEHLED TĚSNICÍCH MANŽET VRSTVENÝCH

Výběr z ČSN 02 9051
Účinnost od 1. 7. 1984

Název manžety	Profil manžety	Druh podkladu	do teploty °C	pro tlaky MPa	Norma
jazýčková		A B	200 120	do 20	(ON 02 9290)
misková M		A B	200 120	do 10	ČSN 02 9271
profil U		A B	200 120	do 40	ČSN 02 9261
profil Y		A B	200 120	od 30 do 60	ČSN 02 9265
Ševran/V sada		B	120	od 10 do 50	(ON 02 9557)

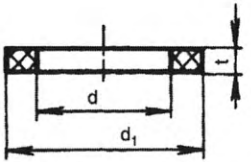
Těsnicí manžety vrstvené se používají k těsnění vody, vodní páry, neutrálních roztoků, minerálních olejů, mazadel, emulzí, směsi do hydraulických lisů, petroleje, čpavku a freonu R12.

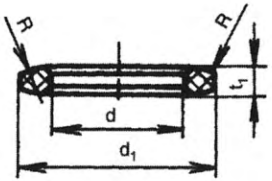
Označení podkladu: A – azbestová tkanina, B – bavlněná tkanina.

Vůle mezi válcovými těsněnými plochami nesmí být větší než 0,2 mm.

TĚSNICÍ KROUŽKY PLOCHÉ A ČOČKOVITÉ

Výběr z podnikové normy





Označení těsnicího kroužku plochého o průměrech $d = 6$ mm a $d_1 = 10$ mm:

TĚSNICÍ KROUŽEK 6 × 10

Označení těsnicího kroužku čočkovitého o průměrech $d = 6$ mm a $d_1 = 10$ mm

TĚSNICÍ KROUŽEK 6 × 10

Rozměry v mm

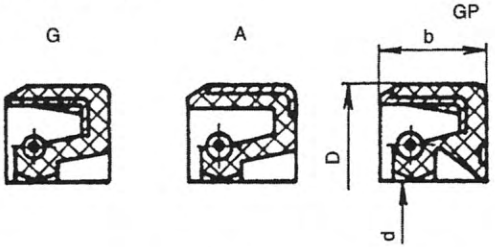
$d \times d_1$	t	t_1	R	$d \times d_1$	t, t_1	R	$d \times d_1$	t, t_1	R	$d \times d_1$	t, t_1	R
4 × 8				20 × 24			33 × 39			52 × 60		
5 × 9				20 × 26			33 × 43			54 × 62		
6 × 10				21 × 25	1,5 ± 0,2	4	35 × 41			55 × 63		
6 × 12	1 ± 0,2			21 × 27			35 × 43			56 × 64		
8 × 12				22 × 27			36 × 42			58 × 66		
8 × 14				22 × 29			36 × 44			60 × 68		
10 × 14				23 × 28			38 × 44			65 × 74		
10 × 16				23 × 30			38 × 46			70 × 79		
12 × 16				24 × 30			39 × 46			75 × 84		
12 × 18		1,5 ± 0,2	4	24 × 32			39 × 48	2 ± 0,3	6	78 × 88	2,5 ± 0,3	10
13 × 17				26 × 32			40 × 47			80 × 90		
13 × 19				26 × 34			40 × 49			85 × 95		
14 × 18				27 × 32	2 ± 0,3	6	42 × 49			90 × 100		
14 × 20	1,5 ± 0,2			27 × 36			42 × 51			95 × 105		
16 × 20				28 × 34			45 × 52			100 × 110		
16 × 22				28 × 36			45 × 54			105 × 115		
17 × 22				30 × 36			48 × 55			110 × 120		
17 × 24				30 × 38			48 × 58			115 × 125		
18 × 22				32 × 38			50 × 57			120 × 130		
18 × 24				32 × 40						125 × 135		

Těsnicí kroužky podle těchto norem se nesmějí používat u potrubí na kyslík

1 — doplňková číslice materiál: 1 — ocel, 2 — měď, 3 — hliník, 5 — tvrzený papír, 6 — novodur, 7 — silon, 8 — vulkanfíbr

HŘÍDELOVÉ TĚSNICÍ KROUŽKY

ČSN 02 9401
Účinnost od 1. 3. 1990



Označení hřídelového těsnicího kroužku s prachovkou z nitrilové pryže, s těsnicím břitem pro hřídel jmenovitého průměru 90 mm, do úložné díry jmenovitého průměru 110 mm, šířky 12 mm s ocelovou tažnou pružinou bez úpravy povrchu:

GP 90 – 110 – 12 NBR

Základní rozměrová řada

Rozměry v mm

d	*D*	*b* ± 0,2	Provedení	*d*	*D*	*b* ± 0,2	Provedení
6	16		G	17	32		G
6	22		G	17	35		G
7	22		G	17	40		G
8	16		G	18	30		G
8	22		G	18	32		G
8	24		G	18	35	7	G
9	22		G	18	40		G
9	24		G	20	30		G
9	26		G	20	32		G
10	19		G	20	35		G
10	22		G	20	40		G
10	24	7	G	20	47		G
10	26		G	22	32		G
11	22		G	22	35		G
11	26		G	22	40		G GP
12	22		G	22	47		G
12	24		G	24	35		G
12	28		G	24	40		G
12	30		G	24	47		G
14	24		G	25	35		G
14	28		G	25	40		G
14	30		G	25	42		G
14	35		G	25	47		G
15	24		G	25	52		G
15	26		G	26	27		G
15	30		G	26	42		G
15	32		G	26	47		G
15	35		G	28	40		G
16	28		G	28	47		G GP
16	30		G	28	52		G
16	32		G	30	40		G
16	35		G	30	42		G
17	28		G	30	47		G
17	30		G	30	52		G

d	D	$b \pm 0{,}2$	Provedení	d	D	$b \pm 0{,}2$	Provedení	d	D	$b \pm 0{,}2$	Provedení
30	62		G	40	72	7	G GP	55	72		G
32	45		G					55	80		G GP
32	47		G	42	55		G	55	85		G
32	52		G	42	62		G	56	72		G
35	47		G	42	72		G	56	80		G
35	50	7	G	45	60	8	G	58	72	8	G
35	52		G	45	62		G GP	58	80		G GP
35	55		G	45	65		G	60	75		G
35	62		G GP	45	72		G GP	60	80		G GP
36	52		G	48	62		G	60	85		G
36	62		G	48	72		G GP	60	90		G
38	52		G	50	65		G				
38	55		G	50	68		G	62	85		G
38	58		G	50	72		G GP	62	90		G
38	62		G GP	50	80		G GP	63	90		G
40	52		G	52	68		G	65	85	10	G
40	55		G	52	72		G GP	65	90		G GP
40	62		G GP	55	70		G	65	100		G GP

Tolerance vnějšího průměru hřídelového těsnicího kroužku

Jmenovitý průměr D		Mezní úchylky
přes	do	
	30	+0,30 +0,15
30	47	+0,35 +0,15
47	90	+0,45 +0,20
90	120	+0,50 +0,25

V tabulce jsou uvedeny jen přednostní rozměry
Význam doplňkové číslice: 0 — ocelová pružina bez úpravy povrchu, 1 — ocelová pružina pozinkovaná, 2 — ocelová pružina kadmiovaná, 3 — ocelová pružina alkalicky černěná, 4 — pružina se zvláštními požadavky na materiál nebo povrchovou úpravu

Těsnění v provedení GP má těsnicí břit, který zamezuje přístup nečistot, vody a zaručuje delší životnost hřídelového těsnění v prašném prostředí

Mezní úchylky hřídele se volí h8 až h11

Mezní úchylky průměru úložné díry se volí v toleranmcích H8, drsnost povrchu Ra = 1,6 až 6,3

Doporučená drsnost hřídele:
Ra = 0,8 obvodová rychlost do 2 m . s^{-1}, Ra = 0,4 obvodová rychlost od 2 do 4 m . s^{-1}, Ra = 0,2 až 0,4 obvodová rychlost od 4 do 12 m . s^{-1}

ZPRACOVANÉ SILIKONOVÉ PRYŽE

Výběr z podnikové normy

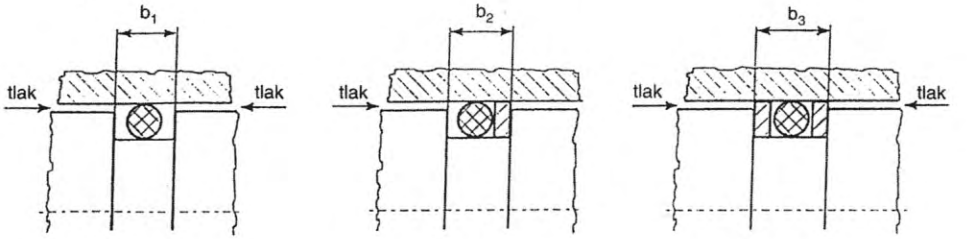
Označení Rubena	Charakteristika Barevný odstín	Použití	Teplotní použitelnost (°C)
5104 5105 5106 5107 5108	běžné světlý	technické	−55/+180 nárazově až +250
5115 5116 5117	vysokopevnostní světlý	technické	−70/+180 nárazově až +250
5144 5145 5146	běžné transparentní	zdravotnické	−55/+180 nárazově až 250
5165 5166 5167	vysokopevnostní transparentní	zdravotnické	−55/+180 nárazově až +250

FYZIKÁLNĚ MECHANICKÉ VLASTNOSTI SILIKONOVÝCH PRYŽÍ

Vlastnosti	Tvrdost podle Shore A	Pevnost v tahu nejméně	Tažnost nejméně	Trvalá deformace v talku 175 °C/ 168 h	Stárnutí na horkém vzduchu, 175 °C/168 h max. ztráta		Hustota informativně	Teplota křehnutí
					pevnosti	tažnosti		
Měrná jednotka	Sh A	MPa	%	%	%	%	g . cm^{-3}	°C
5104	35–44	3,5	300	80	20	30	1,1	−70
5105	45–54	3,5	225	80	20	30	1,2	−70
5106	55–64	3,5	150	80	20	30	1,2	−70
5107	65–74	3,5	150	80	20	30	1,3	−70
5108	70–84	3,5	75	80	20	30	1,3	−70
5115	45–54	8	400	–	20	30	1,2	−90
5116	55–64	8	400	–	20	30	1,2	−90
5117	65–74	8	300	–	20	30	1,2	−90
5144	35–44	3,5	225	80	20	30	1,1	−70
5145	45–54	3,5	225	60	20	30	1,1	−70
5146	55–64	3,5	225	60	20	30	1,2	−70
5165	45–54	7	300	80	20	30	1,1	−70
5166	55–64	7	225	80	20	30	1,2	−70
5167	65–74	7	225	80	20	30	1,2	−70

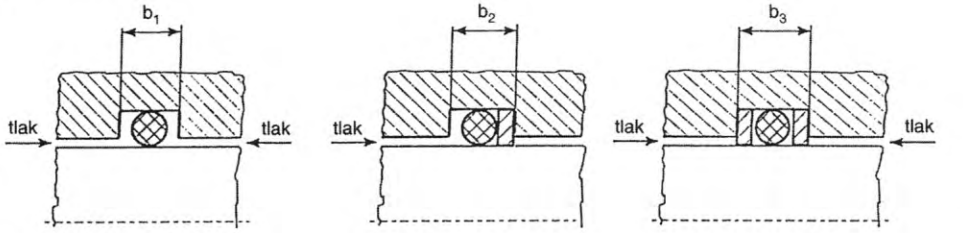
KONSTRUKČNÍ PŘÍKLADY TĚSNĚNÍ ○ KROUŽKŮ

Utěsnění pístu



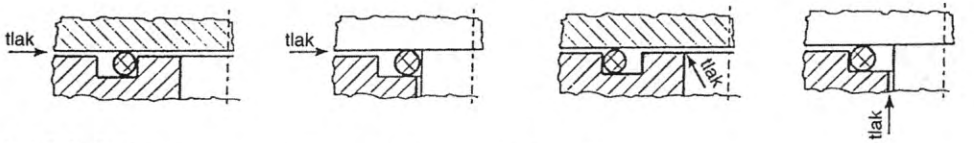
a) bez opěrného kroužku b) s jedním opěrným kroužkem c) s dvěma opěrnými kroužky

Utěsnění pístnice

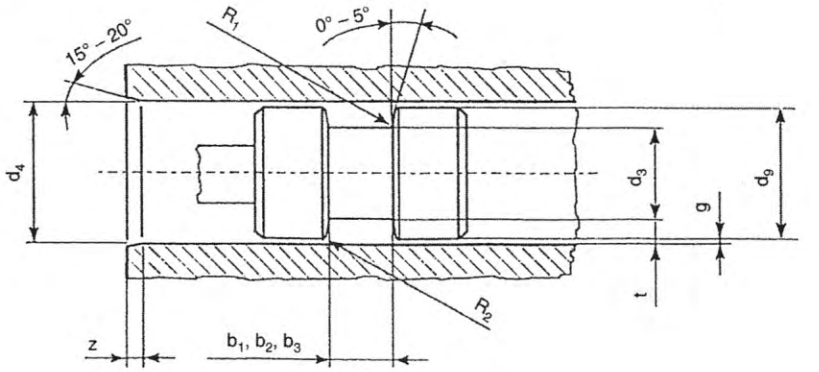


a) bez opěrného kroužku b) s jedním opěrným kroužkem c) s dvěmi opěrnými kroužky

Axiální utěsnění



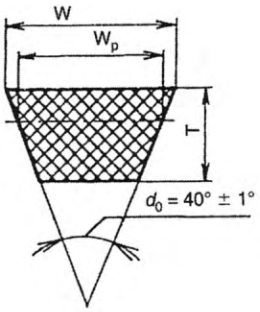
Radiální utěsnění



ŘEMENY

KLÍNOVÉ ŘEMENY KLASICKÉHO PRŮŘEZU

Výběr z ČSN 02 3110
Účinnost od 1. 1. 1987



Označení klínového řemenu průřezu A, výpočtové délky L_p = 2 000 mm:

ŘEMEN A – 2 000 ČSN 02 3110

Rozměry v mm

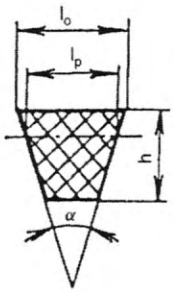
Označení průřezu	Dřívější označení	Výpočtová šířka W_p	Šířka větší základny W	Výška řemene T
Z	10 × 6	8,5	10	6,0
A	13 × 8	11,0	13	8,0
B	17 × 11	14,0	17	11,0
C	22 × 14	19,0	22	14,0
D	32 × 20	27,0	32	19,0
E	38 × 23,5	32,0	38	23,5

Rozměry v mm

Výpočtová délka řemene L_p	Mezní úchylka délky	Max. rozdíl mezi délkami řemenů jedné sady	Průřez řemene					
			Z	A	B	C	D	E
400	+14 −8	2	+	−	−	−	−	−
450			+					
500			+					
560			+	+				
630			+	+				
710			+	+				
800			+	+	+			
900	+14 −10		+	+	+			
1 000			+	+	+			
1 120			+	+	+			
1 250	+16 −12	4	+	+	+			
1 400			+	+	+			
1 600	+24 −12		+	+	+			
1 800			+	+	+	+		
2 000	+28 −12	8	+	+	+	+		
2 240			+	+	+	+		
2 500			+	+	+	+		
2 800			−	+	+	+		
3 150			−	+	+	+	+	−
3 550	+36 −14	10	−	+	+	+	+	−
4 000			−	+	+	+	+	−
4 500	+42 −18	12	−	−	+	+	+	+
5 000			−	−	+	+	+	+
5 600	+48 −24		−	−	+	+	+	+
6 300			−	−	+	+	+	+
7 100	+64 −32	16	−	−	−	+	+	+
8 000			−	−	−	+	+	+
9 000			−	−	−	+	+	+
11 200	+96 −48	18	−	−	−	−	+	+
12 500			−	−	−	−	+	+
16 000			−	−	−	−	−	+

ÚZKÉ KLÍNOVÉ ŘEMENY PRO PRŮMYSLOVÉ POUŽITÍ

Výběr z ČSN 02 3112
Účinnost od 1. 5. 1977



Označení klínového řemene průřezu SPZ vnější délky L_a = 1 013 mm:

ŘEMEN SPZ – 1 013 L_a ČSN 02 3112

Rozměry v mm

Označení průřezu	Dřívější označení	Výpočtová šířka l_p	Šířka l_0	Výška h	Úhel klínového řemene α (°)
SPZ	9,5 × 8	8,5	9,7	8,0	40 ± 1
SPA	12,5 × 10	11,0	12,7	10,0	
SPB	16 × 13	14,0	16,3	13,0	
SPC	21 × 18	19,0	22,0	18,0	

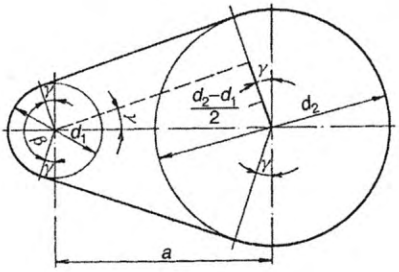
Rozměry v mm

Výpočtová délka L_p	Mezní úchylky δL_p	Rozdíl délek ΔL_r	Vnější délky L_a			
			SPZ	SPA	SPB	SPC
630	±7	2	643	–	–	–
710			723	–	–	–
800			813	818	–	–
900	±10	3	913	918	–	–
1 000			1 013	1 018	–	–
1 120			1 133	1 138	–	–
1 250			1 263	1 268	1 272	–
1 400	±16	5	1 413	1 418	1 422	–
1 600			1 613	1 618	1 622	–
1 800			1 813	1 818	1 822	–
2 000			2 013	2 018	2 022	–

Rozměry v mm

Výpočtová délka L_p	Mezní úchylky δL_p	Rozdíl délek ΔL_s	Vnější délky L_a			
			SPZ	SPA	SPB	SPC
2 240	±26	8	2 253	2 258	2 262	2 270
2 500			2 513	2 518	2 522	2 530
2 800			2 813	2 818	2 822	2 830
3 150			3 163	3 168	3 172	3 180
3 550	±45	12	3 563	3 568	3 572	3 580
4 000			–	4 018	4 022	4 030
4 500			–	4 518	4 522	4 530
5 000			–	–	5 022	5 030
5 600	±65	20	–	–	5 622	5 630
6 300			–	–	6 322	6 330
7 100			–	–	7 122	7 130
8 000			–	–	8 022	8 030
9 000	±100	30	–	–	–	9 030
10 000			–	–	–	10 030
11 200			–	–	–	11 530
12 500			–	–	–	12 620
Rozdíl $\Delta L = L_a - L_p$			13	18	22	30

ΔL – rozdíl mezi výpočtovou délkou L_p a vnější délkou L_a
ΔL_s – největší dovolený rozdíl délek mezi jednotlivými řemeny v jedné sadě

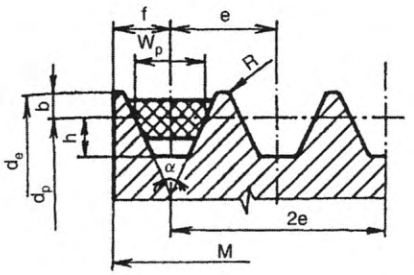


Výpočet řemenového převodu

Úhel opásání β	$\beta = 180° - 2\gamma$, kde $\gamma = \arcsin\dfrac{d_2 - d_1}{2a}$
Přesná (vnitřní) délka řemenu L	$L = 2a \,.\, \cos\gamma = \dfrac{\pi(d_1 + d_2)}{2} + \pi(d_2 - d_1) \,.\, \dfrac{\gamma°}{180°}$
Vzdálenost os a	Volí se $a = (0{,}7 \ldots 2) \,.\, (d_1 + d_2)$
Skutečná vzdálenost os	$a = 0{,}25[(L - p) + \sqrt{(L - p)^2 - 8q}]$, kde $p = \dfrac{\pi(d_1 + d_2)}{2}$, $q = \left(\dfrac{d_2 - d_1}{2}\right)^2$

ŘEMENICE PRO KLÍNOVÉ ŘEMENY KLASICKÝCH PRŮŘEZŮ

Výběr z ČSN 02 3179
Účinnost od 1. 1. 1987



W_p – výpočtová šířka drážky řemenice,
b – hloubka drážky nad výpočtovou šířkou,
d_p – výpočtový průměr řemenice,
h – hloubka drážky pod výpočtovou šířkou,
e – vzdálenost mezi osami drážek,
f – vzdálenost mezi osou krajní drážky a nejbližší čelní stranou řemenice,
α – úhel drážky,
d_e – vnější průměr řemenice,
R – poloměr zaoblení horní hrany drážky řemenice,
M – šířka řemenice, $M = (n - 1) . e + 2f$,
n – počet řemenů v převodu.

Podle tvaru drážky jsou řemenice:

pro klasické klínové řemeny průřezu Z, A, B, C, D, E.

Označení věnce hnací řemenice pro klasické klínové řemeny s výpočtovým průměrem $d_p = 200$ mm, průřezem řemene A (13 × 8) se třemi drážkami:

VĚNEC ŘEMENICE 200 - A - 3 – ČSN 02 3180

Rozměry v mm

Drážka pro řemen průřezu	Rozměry drážek					
	W_p	b min.	h min.	e	f	R
Z	8,5	2,5	7	12 ± 0,3	8 ± 1	0,5
A	11	3,3	8,7	15 ± 0,3	10^{+2}_{-1}	1
B	14	4,2	10,8	19 ± 0,4	$12{,}5^{+2}_{-1}$	1
C	19	5,7	14,3	25,5 ± 0,5	17^{+2}_{-1}	1.5
D	27	8,1	19,9	37 ± 0,6	24^{+3}_{-1}	2
E	32	9,6	23,4	44,5 ± 0,7	29^{+4}_{-1}	2

Pro boky drážek řemenice se doporučuje drsnost: $R_a = 1{,}6$ do 10 m.s^{-1}, $R_a = 0{,}8$ nad 10 m.s^{-1}.

Výpočtové průměry řemenic

Rozměry v mm

Průřez řemene	Výpočtové průměry řemenic d_p				Mezní úchylka úhlu drážky
	34°	36°	38°	40°	
Z	50 až 71	80 až 100	112 až 160	≧ 180	± 1°
A	75 až 112	125 až 160	180 až 400	≧ 450	
B	125 až 160	180 až 224	250 až 500	≧ 560	
C	–	200 až 315	335 až 630	≧ 710	± 30′
D	–	315 až 450	500 až 900	≧ 1 000	
E	–	500 až 560	630 až 1 120	≧ 1 250	

Házení řemenice

Rozměry v mm

Výpočtový průměr d_p	Maximální dovolené házení na výpočtovém průměru	Výpočtový průměr d_p	Maximální dovolené házení na výpočtovém průměru
50 až 80	0,19	530 až 630	0,44
85 až 118	0,22	670 až 800	0,50
125 až 180	0,25	850 až 1 000	0,56
190 až 250	0,29	1 060 až 1 250	0,66
265 až 315	0,32	1 320 až 1 600	0,78
355 až 400	0,36	1 700 až 2 000	0,92
425 až 500	0,40	2 120 až 2 500	1,10

VÝPOČTOVÉ PRŮMĚRY ŘEMENIC PRO KLÍNOVÉ ŘEMENY

Řada výpočtových průměrů d_p řemenic pro klasické klínové řemeny

Rozměry v mm

(28)	(32)	(36)	(40)	(45)	50	(53)	56	(60)	63	(67)	71	(75)	80
(85)	90	(95)	100	(106)	112	(118)	125	(132)	140	(150)	160	(170)	180
(190)	200	(212)	224	(236)	250	(265)	280	(300)	315	(335)	355	(375)	400
(425)	450	(475)	500	(530)	560	(600)	630	(670)	710	(750)	800	(850)	900
(950)	1000	(1060)	1120	(1180)	1250	(1320)	1400	(1500)	1600	(1700)	1800	(1900)	2000
(2120)	2240	(2360)	2500	(2650)	(2800)	(3000)	(3150)	(3350)	(3750)	(4000)			

Rozměry v závorkách se nedoporučují.

Výpočtové průměry řemenic pro úzké klínové řemeny — d_p Rozměry v mm

SPZ	(63)	(67)	71	75	80	85	90	95	100	106	112	118	125	140	160
	180	200	224	250	280	315	355	400	450	500	560	630	710	800	
SPA	(90)	(95)	100	106	112	118	125	132	140	150	160	180	200	224	
	250	280	315	355	400	450	500	560	630	710	800	900	1000		
SPB	(140)	(150)	160	170	180	190	200	212	224	236	250	280	315	355	
	400	450	500	560	630	710	800	900	1000	1120	1250	1400	1600		
SPC	224	250	265	280	315	355	400	450	500	560	630				
	710	800	900	1000	1120	1250	1400	1600	1800	2000					

Rozměry v závorkách se nedoporučují.

Minimální výpočtové průměry řemenic

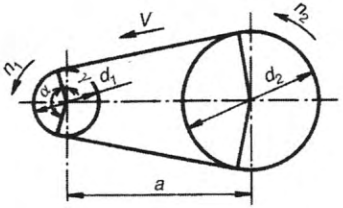
Průřez	Úhel boků drážky řemenice α				Mezní úchylky úhlu α
	34°	36°	38°	40°	
	Výpočtový průměr řemenice d_p (mm)				
Y	32 ... 63	≥ 71			±1°
Z	50 ... 71	80 ... 100	112 ... 160	≥ 180	
A	75 ... 112	125 ... 160	180 ... 400	≥ 450	
B	125 ... 160	180 ... 224	250 ... 500	≥ 560	
C		200 ... 315	355 ... 630	≥ 710	±0°30′
D		355 ... 450	500 ... 900	≥ 1000	
E		500 ... 560	630 ... 1120	≥ 1250	
SPZ	63 ... 80		přes 80		±1°
SPA	90 ... 118		přes 118		
SPB	140 ... 190		přes 190		
SPC	224 ... 315		přes 315		±0°30′

Drsnost povrchu

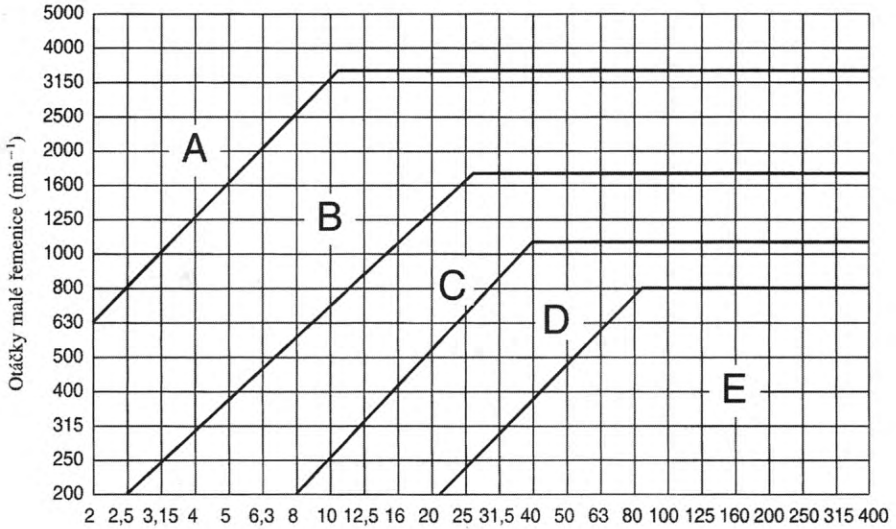
Drsnost pracovního povrchu boků drážek řemenice Ra (μm)	Obvodová rychlost (m . s^{-1})
nejvýše 1,6	do 10
nejvýše 0,8	přes 10

VÝPOČET PŘEVODŮ A VOLBA VELIKOSTI KLÍNOVÉHO ŘEMENE KLASICKÝCH PRŮŘEZŮ

Výběr z ČSN 02 3111
Účinnost od 1. 7. 1987



Podle zadaného přenášeného výkonu volíme z diagramu průřez řemene A, B, C, D nebo E.
Průřez řemenů Z lze použít do 2 kW přenášeného výkonu.



Počet řemenů	Počet řemenů v převodu	C_k
$K = \frac{N}{N_p \cdot C_k}$	1	1,00
	od 2 do 3	0,95
	od 4 do 6	0,90
	nad 6	0,85

kde: N — přenášený výkon na hnacím hřídeli (kW),
C_k — součinitel počtu řemenů v převodu.

Výpočet převodů klínového řemene klasického průřezu

Název	Výpočet
Obvodová rychlost řemene	$v = \frac{d_1 \cdot n_1}{19\,100}$ $(\mathrm{m \cdot s^{-1}})$ kde d_1 – výpočtový průměr menší řemenice (mm), n_1 – otáčky menší řemenice $(\mathrm{min^{-1}})$.
Výpočtová délka řemene (L_p), který pracuje na dvou řemenicích	$L_p \approx 2a + 1{,}57(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}$ nebo $L_p = 2a \cdot \sin\frac{\alpha}{2} + \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) + \frac{\pi\gamma}{180^\circ}(d_2 - d_1)$ (mm) kde: $\gamma = \left(90^\circ - \frac{\alpha}{2}\right)$.
Vypočtená délka L_p se zaokrouhlí na nejbližší normalizovanou, pak se stanoví konečná hodnota meziosové vzdálenosti	$a = 0{,}25[(L_p - W) + \sqrt{(L_p - W)^2 - 8y}]$ kde: $W = \pi\frac{d_1 + d_2}{2}$; $y = \left(\frac{d_2 - d_1}{2}\right)^2$
Úhel opásání řemenem malé řemenice	$\alpha \approx 180^\circ - 57\frac{d_2 - d_1}{a}$ pro $\alpha > 110^\circ$ $\alpha = 2 \arccos\frac{d_2 - d_1}{2a}$ pro $\alpha \leqq 110^\circ$
Výkon přenášený jedním řemenem v podmínkách provozu Jmenovitý výkon N_o se volí z tabulek	$N_p = N_o\frac{C_\alpha \cdot C_L}{C_p}$ (kW) kde: N_o – jmenovitý výkon převodu s jedním řemenem, C_α – součinitel úhlu opásání, C_L – součinitel vlivu délky řemene, C_p – součinitel dynamičnosti a pracovního režimu.

Jmenovitý výkon, kW, předávaný jedním řemenem

d_1 (mm)	i	Otáčky menší řemenice, $\mathrm{min^{-1}}$																				
		700						950						1 450				2 800			4 500	6 000
		Z	A	B	C	D	E	Z	A	B	C	D	E	Z	A	B	C	Z	A	B	Z	A	Z
50	1,05	0,17						0,21						0,29				0,45			0,57		0,59
	≧3,00	0,19						0,24						0,32				0,50			0,63		0,65
56	1,05	0,22						0,28						0,38				0,62			0,80		0,86
	≧3,00	0,24						0,31						0,42				0,68			0,88		0,95
63	1,05	0,27						0,35						0,49				0,80			1,06		1,15
	≧3,00	0,30						0,39						0,54				0,88			1,17		1,26
71	1,05	0,34						0,44						0,61				1,01			1,34		1,44
	≧3,00	0,37						0,58						0,68				1,11			1,48		1,58
80	1,05	0,41						0,53						0,75				1,24			1,63		1,71
	≧3,00	0,45						0,58						0,82				1,36			1,86		1,88
90	1,05	0,49	0,63					0,63	0,80					0,89	1,10			1,48	1,70		1,91	1,94	1,93
	≧3,00	0,54	0,69					0,69	0,88					0,99	1,21			1,63	1,87		2,11	2,14	2,12

d_1 (mm)	i	Otáčky menší řemenice, min^{-1}																					
		700						950						1450				2800			4500		6000
		Z	A	B	C	D	E	Z	A	B	C	D	E	Z	A	B	C	Z	A	B	Z	A	Z
100	1,05	0,56	0,77					0,73	0,98					1,04	1,36			1,71	2,12		2,16	2,42	2,07
	≧3,00	0,62	0,84					0,80	1,08					1,14	1,50			1,89	2,34		2,38	2,66	2,28
112	1,05	0,65	0,93					0,85	1,19					1,21	1,67			1,97	2,60		2,40	2,89	↓
	≧3,00	0,72	1,02					0,94	1,31					1,33	1,84			2,17	2,87		2,65	3,18	
125	1,05	↓	1,10	1,35				↓	1,42	1,69				↓	1,99	2,27		↓	3,09	3,06	↓	3,28	
	≧3,00		1,22	1,48					1,57	1,86					2,19	2,50			3,40	3,37		3,62	
140	1,05		1,30	1,70					1,68	2,15					2,36	2,91			3,60	3,98		3,56	
	≧3,00		1,43	1,87					1,85	2,37					2,59	3,21			3,97	4,38		3,92	
160	1,05		1,56	2,16					2,02	2,75					2,82	3,75			4,20	5,06		↓	
	≧3,00		1,72	2,38					2,22	3,03					3,11	4,13			4,63	5,58			
180	1,05		1,82	2,61					2,35	3,33					3,27	4,55			4,70	5,96			
	≧3,00		2,00	2,88					2,59	3,67					3,61	5,01			5,18	6,56			
200	1,05		↓	3,06	3,82				↓	3,91	4,74				↓	5,31	6,04		↓	6,66			
	≧3,00			3,37	4,21					4,30	5,22					5,85	6,66			7,33			
224	1,05			3,59	4,80					4,58	5,98					6,18	7,71			↓			
	≧3,00			3,95	5,29					5,04	6,58					6,81	8,49						
250	1,05			4,14	5,83					5,28	7,28					7,06	9,36						
	≧3,00			4,56	6,43					5,81	8,07					7,82	10,30						
280	1,05			4,77	7,00					6,06	8,78					8,03	11,10						
	≧3,00			5,26	7,76					6,67	9,67					8,84	12,22						
315	1,05			↓	8,37				↓	10,40					↓	12,89							
	≧3,00				9,21					11,45						14,20							
355	1,05				9,83	14,18				12,14	16,71					14,61							
	≧3,00				10,82	15,61				13,36	18,40					16,09							
400	1,05				11,41	17,66				13,95	20,76					16,07							
	≧3.00				12,56	19,45				15,36	22,86					17,70							
450	1,05				13,07	21,35				15,76	24,84					↓							
	≧3,00				14,39	23,51				17,35	27,36												
500	1,05				↓	24,82	27,12			↓	28,46	29,31											
	≧3,00					27,34	29,87				31,34	32,27											
560	1,05					28,70	32,69				32,13	34,57											
	≧3,00					31,61	36,01				35,38	38,07											
630	1,05					32,79	38,56				35,38	39,24											
	≧3,00					36,11	42,47				38,97	43,22											

Poznámka: Hodnoty uvedené nad značkou ↓ platí i pro další velikost d_1.

Součinitel úhlu opásání řemenem:

Úhel opsání α (stupně)	180	170	160	150	140	130	120	110	100	90	80	70
Součinitel C_α	1	0,98	0,95	0,92	0,89	0,86	0,82	0,78	0,73	0,68	0,62	0,56

Součinitel vlivu délky řemene

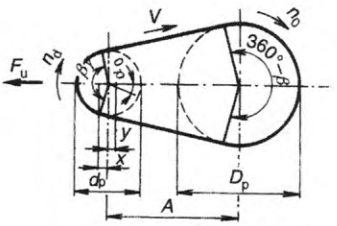
L_p (mm)	C_L pro řemeny o průřezu					
	Z	A	B	C	D	E
400	0,87					
450	0,89					
500	0,91					
560	0,94	0,79				
630	0,96	0,81				
710	0,99	0,83				
800	1,00	0,85				
900	1,05	0,87	0,82			
1 000	1,06	0,89	0,84			
1 120	1,08	0,91	0,86			
1 250	1,11	0,93	0,88			
1 400	1,14	0,96	0,90			
1 600	1,17	0,99	0,93			
1 800	1,24	1,01	0,95	0,86		
2 000	1,25	1,03	0,98	0,88		
2 240	1,28	1,06	1,00	0,91		
2 500	1,29	1,09	1,03	0,93		
2 800		1,11	1,05	0,95		
3 150		1,13	1,07	0,97	0,86	
3 550		1,15	1,09	0,99	0,88	
4 000		1,17	1,13	1,02	0,91	
4 500			1,15	1,04	0,93	
5 000			1,18	1,07	0,96	0,92
5 600			1,20	1,09	0,98	0,95
6 300			1,23	1,12	1,01	0,97
7 100				1,15	1,04	1,00
8 000				1,18	1,06	1,02
9 000				1,21	1,09	1,05
11 200					1,14	1,10
12 500					1,17	1,13
16 000						1,18

Součinitel dynamičnosti zatížení a pracovního režimu (C_p)

Pracovní režim	Typy strojů	Charakter zatížení	Střídavý elektrický motor pro průmyslové použití; stejnosměrný elektrický motor derivační turbíny			Stejnosměrný elektrický motor kompaundní; spalovací motor s frekvencí otáček nad 600 min^{-1}			Střídavý elektrický motor se zvýšeným zátěžným momentem; stejnosměrný elektrický motor se sériovým buzením; spalovací motor do 600 min^{-1}		
			Počet pracovních směn řemenů								
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
Lehký	Soustruhy, vrtačky, brusky, lehké ventilátory; čerpadla a kompresory odstředivé a rotační, pásové dopravníky, fukary, separátory, lehké prohazovačky, stroje na čištění a nakládání obilí aj.	Lehký. Maximální krátkodobé zatížení do 120 % od jmenovitého	1,0	1,1	1,4	1,1	1,2	1,5	1,2	1,4	1,6
Střední	Frézky, frézky na ozubení, revolverové vrtačky, polygrafické stroje; elektrické generátory; pístová čerpadla a kompresory se třemi a více válci; ventilátory a dmýchadla; řetězové dopravníky, elevátory, okružní pily na dřevo; transmise; dopřádací, papírenské a potravinářské stroje; těžké prohazovačky; otočné pece, rychloběžné brusky aj.	Mírné výkyvy zatížení. Maximální krátkodobé zatížení do 150 % od jmenovitého	1,1	1,2	1,5	1,2	1,4	1,6	1,3	1,5	1,7
Těžký	Hoblovky, svislé obrážečky a dřevozpracující stroje; čerpadla a kompresory pístové s jedním anebo dvěma válci; ventilátory a dmýchadla těžkého typu, šroubové a hřeblové dopravníky; drtiče; šnekové lisy excentrické s relativně těžkým setrvačníkem; tkací stroje; stroje na čištění bavlny; stroje na lisování a briketování krmiv aj.	Značné výkyvy zatížení. Maximální krátkodobé zatížení do 200 % od jmenovitého	1,2	1,3	1,6	1,3	1,5	1,7	1,4	1,6	1,9
Velmi těžký	Zvedače, exkavátory, plovoucí rýpadla; lisy; nůžky, buchary, kolové mlýny, hnětací stroje na hlínu; kulové, kamenové (šrotovníky) a kladkové mlýny; drtiče, rámové pily aj.	Nárazové a silně nerovnoměrné zatížení. Maximální krátkodobé zatížení do 300 % od jmenovitého	1,3	1,5	1,7	1,4	1,6	1,8	1,5	1,7	2,0

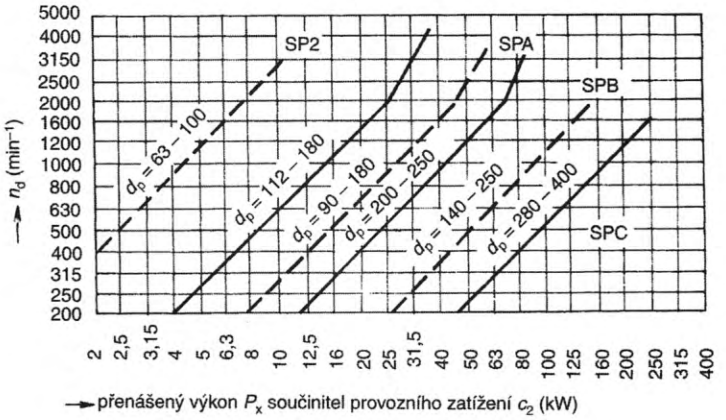
VÝPOČET PŘEVODŮ A VOLBA VELIKOSTI KLÍNOVÉHO ŘEMENE ÚZKÉHO

Výběr z ČSN 02 3114
Účinnost od 1. 5. 1977



A – osová vzdálenost (mm),
d_p – výpočtový průměr malé řemenice (mm),
D_p – výpočtový průměr velké řemenice (mm),
n_d – otáčky malé řemenice (min^{-1}),
n_D – otáčky velké řemenice (min^{-1}),
β – úhel opásání malé řemenice (°),
α_0 – $90° - \frac{\beta}{2}$ (°),
x – osová přestavitelnost pro napínání klínového řemene (mm),
y – osová přestavitelnost pro snazší nasazení klínového řemene (mm).

Diagram pro určení průřezu klínového řemene



Největší přípustná obvodová rychlost klínových řemenů je 40 m . s^{-1}.

Výpočet pohonu klínovým řemenem

Název	Výpočet
Obvodová rychlost (m . s^{-1})	$v = \frac{d_p \,.\, n_d}{19\,100} = \frac{D_p \,.\, n_D}{19\,100}$.
Výpočtový průměr velké řemenice	$D_p = i \,.\, d_p$, $\quad i$ – převodový poměr.
Výpočtová délka klínového řemene (mm)	$L_p \approx 2A + 1{,}57(D_p + d_p) + \frac{(D_p - d_p)^2}{4A}$ $\left(L_p = 2A \sin\frac{\beta}{2} + \frac{\pi}{2}(D_p + d_p) + \frac{\pi\alpha_0}{180^\circ}(D_p - d_p)\right)$
Osová vzdálenost řemenic (mm)	$0{,}7(D_p + d_p) < A < 2(D_p + d_p)$, $A \approx p + \sqrt{p^2 - q}$, kde: $p = 0{,}25L_p - 0{,}393(D_p + d_p)$, $q = 0{,}125(D_p - d_p)^2$.
Úhel opásání malé řemenice	$\beta \approx 180^\circ - 60^\circ \frac{D_p - d_p}{A}$ nebo $\cos\frac{\beta}{2} = \frac{D_p - d_p}{2A}$.
Počet klínových řemenů	$z = \frac{P \,.\, c_2}{P_r \,.\, c_1 \,.\, c_3}$.
Ohybová frekvence (s^{-1})	$f = \frac{2\,000 \,.\, v}{L_p}$.
Obvodová síla (N)	$F = \frac{102 \,.\, P \,.\, 9{,}81}{v}$.
Pracovní předpětí řemene (N)	$F_u = (1{,}5$ až $2) \,.\, F$.
Meze seřízení osové vzdálenosti	$x \geqq 0{,}03L_p$ $y \geqq 0{,}015L_p$.

Stanovení součinitelů c_1, c_2 a c_3

c_1 — součinitel úhlu opásání upravuje přenášený výkon jedním klínovým řemenem P_r.

c_2 — součinitel provozního zatížení závisí na délce denní pracovní doby, druhu hnacího a pracovního stroje.

c_3 — součinitel délky klínového řemene.

Hodnoty výkonu P_r přenášeného jedním klínovým řemenem.

Součinitel úhlu opásání

$\frac{D_p - d_p}{A}$	Úhel opásání malé řemenice β (°)	c_1
0,00	180	1,00
0,05	177	0,99
0,10	174	0,99
0,15	171	0,98
0,20	169	0,97
0,25	166	0,97
0,30	163	0,96
0,35	160	0,95
0,40	157	0,94
0,45	154	0,93
0,50	151	0,93
0,55	148	0,92
0,60	145	0,91
0,65	142	0,90
0,70	139	0,89
0,75	136	0,88
0,80	133	0,87
0,85	130	0,86
0,90	127	0,85
0,95	123	0,83
1,00	120	0,82
1,05	117	0,81
1,10	113	0,80
1,15	110	0,78
1,20	106	0,77
1,25	103	0,75
1,30	99	0,73
1,35	95	0,72
1,40	91	0,70
1,45	87	0,68
1,50	83	0,65

Součinitel provozního zatížení c_2

Příklady pracovních strojů	Příklady hnacích strojů	
	Střídavé a stejnosměrné elektromotory s běžným rozběhem (až do dvojnásobného jmenovitého momentu motoru), např. synchronní a jednofázové motory se spouštěním pomocnou fází, stejnosměrné elektromotory se spouštěním při plném napětí, při spouštění hvězda-trojúhelník nebo s odporovým spouštěním: stejnosměrné motory s paralelním buzením, spalovací motory a turbíny s otáčkami nad 600 min^{-1}	Střídavé a stejnosměrné elektromotory s větším zátěžným momentem (nad dvojnásobný jmenovitý moment motoru), např. jednofázové motory s vysokým zátěžným momentem; stejnosměrné elektromotory se sériovým nebo smíšeným buzením; spalovací motory a turbíny s otáčkami do 600 min^{-1}
1	2	3

Součinitel provozního zatížení c_2 pro denní provozní dobu

	do 10 h	nad 10 h do 16 h	nad 16 h	do 10 h	nad 10 h do 16 h	nad 16 h
Lehké pohony Odstředivá čerpadla, turbokompresory, pásové dopravníky (pro lehké materiály), ventilátory a čerpadla do 7,5 kW	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
Středně těžké pohony Nůžky na plech, lisy, řetězové a pásové dopravníky (pro těžký materiál), vibrační síta, generátory, budiče, hnětací stroje, obráběcí stroje (soustruhy a brusky), pračky, tiskárenské stroje, ventilátory a čerpadla nad 7,5 kW	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4

Pokračování

1	2	3

Součinitel provozního zatížení c_2 pro denní provozní dobu

Těžké pohony Mlecí a drticí stroje, pístové kompresory, velmi zatížitelné dopravníky (šnekový dopravník, laťkový dopravník, kročkový dopravník, hrabicový dopravník), výtahy, briketovací lisy, textilní stroje, papírenské stroje, pístová čerpadla, rámové pily, kladivové mlýny	do 10 h	nad 10 h do 16 h	nad 16 h	do 10 h	nad 10 h do 16 h	nad 16 h
	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Velmi těžké pohony Těžké mlecí a drticí stroje, drtiče kamene, kalandry, mísicí stroje, navijáky, jeřáby, rypadla	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8

Součinitel délky klínového řemene c_3

Výpočtová délka L_p (mm)	*SPZ*	*SPA*	*SPB*	*SPC*
630	0,82	–	–	–
710	0,84	–	–	–
800	0,86	0,81	–	–
900	0,88	0,83	–	–
1 000	0,90	0,85	–	–
1 120	0,93	0,87	–	–
1 250	0,95	0,89	0,82	–
1 400	0,96	0,91	0,84	–
1 600	1,00	0,93	0,86	–
1 800	1,01	0,95	0,88	–
2 000	1,02	0,96	0,90	–
2 240	1,05	0,98	0,92	0,83
2 500	1,07	1,00	0,94	0,86
2 800	1,09	1,02	0,96	0,88
3 150	1,11	1,04	0,98	0,90
3 550	1,13	1,06	1,00	0,92
4 000	–	1,08	1,02	0,94
4 500	–	1,09	1,04	0,96
5 000	–	–	1,06	0,98
5 600	–	–	1,08	1,00
6 300	–	–	1,10	1,02
7 100	–	–	1,12	1,04
8 000	–	–	1,14	1,06
9 000	–	–	–	1,08
10 000	–	–	–	1,10
11 200	–	–	–	1,12
12 500	–	–	–	1,14

POZNÁMKY:

Navštivte naše internetové stránky:
www.albra.cz

Objednávky zasílejte na e-mail:
uvaly@albra.cz

Výkon P_r (kW) přenášený jedním úzkým řemenem při $\beta = 180°$ Pokračování

d_p (mm)	$i_{1,2}$	Otáčky malé řemenice n_d (min^{-1})								
		700				950				
		SPZ	SPA	SPB	SPC	SPZ	SPA	SPB	SPC	SPZ
63	1	0,54				0,68				0,93
	≧3	0,68				0,88				1,23
71	1	0,70				0,90				1,25
	≧3	0,85				1,09				1,55
80	1	**0,88**				**1,14**				**1,60**
	≧3	**1,03**				**1,33**				**1,90**
90	1	**1,09**	1,17			**1,40**	1,48			**1,98**
	≧3	**1,23**	1,50			**1,60**	1,92			**2,28**
100	1	**1,28**	**1,49**			**1,66**	**1,89**			**2,36**
	≧3	**1,43**	**1,81**			**1,86**	**2,33**			**2,66**
112	1	**1,52**	**1,86**			**1,97**	**2,38**			**2,80**
	≧3	**1,66**	**2,18**			**2,17**	**2,82**			**3,10**
125	1	**1,77**	**2,25**			**2,30**	**2,90**			**3,28**
	≧3	**1,91**	**2,58**			**2,50**	**3,34**			**3,58**
140	1	2,06	**2,71**	3,02		2,68	**3,49**	3,83		3,82
	≧3	2,20	**3,03**	3,70		2,87	**3,93**	4,76		4,11
160	1	**2,44**	**3,30**	**3,92**		**3,17**	**4,27**	**5,01**		**4,51**
	≧3	**2,58**	**3,63**	**4,61**		**3,37**	**4,71**	**5,93**		**4,81**
180	1	2,81	3,89	**4,82**		3,65	5,04	**6,16**		5,19
	≧3	2,95	4,21	**5,50**		3,85	5,47	**7,09**		5,49
200	1		**4,47**	**5,69**			**5,79**	**7,30**		
	≧3		**4,79**	**6,38**			**6,22**	**8,23**		
224	1		5,16	**6,73**	8,13		6,67	**8,63**	10,19	
	≧3		5,48	**7,41**	9,81		7,10	**9,56**	12,47	
250	1		**5,88**	**7,84**	**9,95**		**7,60**	**10,04**	**12,51**	
	≧3		**6,21**	**8,52**	**11,63**		**8,04**	**10,97**	**14,78**	
280	1			9,09	**12,01**			11,62	**15,10**	
	≧3			9,77	**13,69**			12,55	**17,38**	

Polotučně vysazené výkony odpovídají doporučeným výpočtovým průměrům d_p. Ostatní průměry lze použít jen ve výjimečných a zvlášť odůvodněných případech.

Pokračování

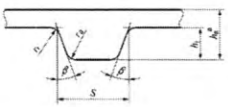
1 450			2 800				4 500			6 000	
SPA	SPB	SPC	SPZ	SPA	SPB	SPC	SPZ	SPA	SPB	SPZ	SPA
			1,45 2,03				1,81 2,74			1,85 3,08	
			2,00 2,58				2,59 3,51			2,74 3,98	
			2,61 **3,18**				**3,42** **4,35**			**3,66** **4,89**	
2,02 2,69			**3,26** **3,84**	3,00 4,29			**4,30** **5,22**	3,24 5,32		**4,56** **5,79**	2,34 5,10
2,61 **3,28**			**3,90** **4,48**	**3,99** **5,29**			**5,10** **6,03**	**4,48** **6,56**		**5,32** **6,56**	**3,46** **6,22**
3,31 **3,98**			**4,64** **5,21**	**5,15** **6,44**			**5,99** **6,91**	**5,83** **7,91**		**6,05** **7,28**	**4,47** **7,24**
4,06 **4,73**			**5,40** **5,98**	**6,34** **7,63**			**6,83** **7,75**	**7,09** **9,17**		**6,57** **7,81**	**5,14** **7,91**
4,91 **5,58**	5,19 6,61		6,24 6,81	**7,64** **8,94**	7,15 9,89		7,64 8,56	**8,27** **10,35**	5,00 9,39		
6,01 **6,68**	**6,86** **8,27**		**7,27** **7,85**	**9,24** **10,53**	**9,52** **12,25**		**8,41** **9,34**	**9,34** **11,42**	**6,36** **10,75**		
7,07 7,74	**8,46** **9,88**		8,20 8,78	10,67 11,96	**11,62** **14,35**						
8,10 **8,77**	**10,02** **11,43**			**11,92** **13,21**	**13,41** **16,14**						
9,30 9,96	**11,81** **13,23**	13,22 16,69		13,15 14,44	**15,14** **17,87**	11,89 18,60					
10,53 **11,19**	**13,66** **15,07**	**16,21** **19,69**		**14,13** **15,42**	**16,44** **19,17**	**13,60** **20,32**					
	15,65 17,07	**19,44** **22,92**									

Pro údaje, které tabulka neobsahuje, je nutno použít interpolace nebo ČSN 02 3114.

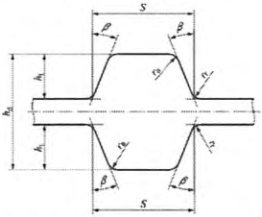
SYNCHRONNÍ ŘEMENOVÉ POHONY – ŘEMENY S KÓDY ROZTEČÍ MXL, XXL, XL, L, H, XH A XXH – METRICKÉ A PALCOVÉ ROZMĚRY

ČSN ISO 5296
(26 0404)
Účinnost od 1. 2. 2013

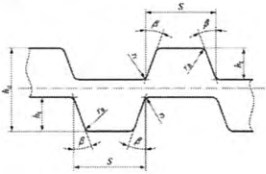
Tato mezinárodní norma specifikuje hlavní charakteristiky synchronních nekonečných řemenů pro použití v synchronních řemenových pohonech pro přenos hnací síly, kde je požadováno pozitivní označení, nebo synchronizace.



Obr. 1 Profil zubů jednostranný



Obr. 2 Profil zubů dvoustranný – typ A



Obr. 3 Profil zubů dvoustranný – typ B

Označení řemene:
Synchronní řemeny jsou identifikované normalizovaným číslem. První číslice specifikují délku rozteče, která pro XL a větší rozteče řemenů obsažených v této mezinárodní normě, je vypočítaná délka rozteče v palcích (délka rozteče v milimetrech dělená 25,4 krát 10, zaokrouhlená na nejbližší celé číslo). Pro MXL a XXL řemeny je to vypočítaná rozteč v palcích (délka rozteče v milimetrech dělená 25,4 krát 10, zaokrouhlená na nejbližší desetinu). Délka rozteče je následovaná označením průřezu řemene (roztečí). Číslice následující označení průřezu řemene představují jmenovitou šířku řemene v palcích krát 100, zaokrouhlenou na nejbližší tři číslice.

PŘÍKLAD 1: L průřez synchronního řemene délky rozteče 762 mm (30,00 in) a šířky 19,1 mm (0,750 in) je označen následovně:

ŘEMEN 300 L 075

Alternativní metoda pro MXL a XXL řemeny:
Řemeny podle této mezinárodní normy mohou být označeny následovně:
a) písmenem B (pro řemen);
b) počtem zubů;
c) kódem rozteče;
d) označením šířky (v milimetrech) zaokrouhleným na nejbližší desetinu.

PŘÍKLAD 2: MXL průřez synchronního řemene se 102 zuby a šířkou 6,35 mm je označen následovně:

ŘEMEN B 102 MXL 6,4

Kódy roztečí a odpovídající rozteče řemenů

Kódy roztečí	Rozteč řemene[a]	
	mm	in
MXL	2,032	0,080
XXL	3,175	0,125
XL	5,080	0,200
L	9,525	0,375
H	12,700	0,500
XH	22,225	0,875
XXH	31,750	1,250

[a] Provedeno na tři desetinná čísla, protože rozteč řemene je definovaná hodnota.

Jmenovité rozměry zubů

Kód rozteče	2β stupně	s		h_t		r_t		r_a	
		mm	in	mm	in	mm	in	mm	in
MXL	40	1,14	0,045	0,51	0,02	0,13	0,005	0,13	0,005
XXL	50	1,73	0,068	0,76	0,03	0,20	0,008	0,30	0,012
XL	50	2,57	0,101	1,27	0,05	0,38	0,015	0,38	0,015
L	40	4,65	0,183	1,91	0,075	0,51	0,020	0,51	0,020
H	40	6,12	0,241	2,29	0,09	1,02	0,040	1,02	0,040
XH	40	12,57	0,495	6,35	0,25	1,57	0,062	1,19	0,047
XXH	40	19,05	0,750	9,53	0,375	2,29	0,090	1,52	0,060

Délky roztečí a tolerance – XL, L, H, XH, XXH průřezy řemenů

Označení délky řemene	Délka rozteče		Tolerance		Počet zubů pro normalizované délky				
	mm	in	mm	in	XL (0,200)	L (0,375)	H (0,500)	XH (0,875)	XXH (1,250)
60	152,40	6,000	± 0,41	± 0,016	30				
70	177,80	7,000	± 0,41	± 0,016	35				
80	203,20	8,000	± 0,41	± 0,016	40				
90	228,60	9,000	± 0,41	± 0,016	45				
100	254,00	10,000	± 0,41	± 0,016	50				
110	279,40	11,000	± 0,46	± 0,018	55				
120	304,80	12,000	± 0,46	± 0,018	60				
124	314,33	12,375	± 0,46	± 0,018		33			
130	330,20	13,000	± 0,46	± 0,018	65				
140	355,60	14,000	± 0,46	± 0,018	70				
150	381,00	15,000	± 0,46	± 0,018	75	40			
160	406,40	16,000	± 0,51	± 0,020	80				
170	431,80	17,000	± 0,51	± 0,020	85				
180	457,20	18,000	± 0,51	± 0,020	90				
187	476,25	18,750	± 0,51	± 0,020		50			
190	482,60	19,000	± 0,51	± 0,020	95				
200	508,00	20,000	± 0,51	± 0,020	100				
210	533,40	21,000	± 0,61	± 0,024	105	56			
220	558,80	22,000	± 0,61	± 0,024	110				
225	571,50	22,500	± 0,61	± 0,024		60			
230	584,20	23,000	± 0,61	± 0,024	115				
240	609,60	24,000	± 0,61	± 0,024	120	64	48		
250	635,00	25,000	± 0,61	± 0,024	125				
255	647,70	25,500	± 0,61	± 0,024		68			
260	660,40	26,000	± 0,61	± 0,024	130				
270	685,80	27,000	± 0,61	± 0,024		72	54		
285	723,90	28,500	± 0,61	± 0,024		76			
300	762,00	30,000	± 0,61	± 0,024		80	60		
322	819,15	32,250	± 0,66	± 0,026		86			
330	838,20	33,000	± 0,66	± 0,026			66		
345	876,30	34,500	± 0,66	± 0,026		92			
360	914,40	36,000	± 0,66	± 0,026			72		
367	933,45	36,750	± 0,66	± 0,026		98			
390	990,60	39,000	± 0,66	± 0,026		104	78		
420	1066,80	42,000	± 0,76	± 0,030		112	84		

Označení délky řemene	Délka rozteče		Tolerance		Počet zubů pro normalizované délky				
	mm	in	mm	in	XL (0,200)	L (0,375)	H (0,500)	XH (0,875)	XXH (1,250)
450	1143,00	45,000	± 0,76	± 0,030		120	90		
480	1219,20	48,000	± 0,76	± 0,030		128	96		
507	1289,05	50,750	± 0,81	± 0,032				58	
510	1295,40	51,000	± 0,81	± 0,032		136	102		
540	1371,60	54,000	± 0,81	± 0,032		144	108		
560	1422,40	56,000	± 0,81	± 0,032				64	
570	1447,80	27,000	± 0,81	± 0,032			114		
600	1524,00	60,000	± 0,81	± 0,032		160	120		
630	1600,20	63,000	± 0,86	± 0,034			126	72	
660	1676,40	66,000	± 0,86	± 0,034			132		
700	1778,00	70,000	± 0,86	± 0,034			140	80	56
750	1905,00	75,000	± 0,91	± 0,036			150		
770	1955,80	77,000	± 0,91	± 0,036				88	
800	2032,00	80,000	± 0,91	± 0,036			160		64
840	2133,60	84,000	± 0,97	± 0,038				96	
850	2159,00	85,000	± 0,97	± 0,038			170		
900	2286,00	90,000	± 0,97	± 0,038			180		72
980	2489,20	98,000	± 1,02	± 0,040				112	
1000	2540,00	100,000	± 1,02	± 0,040			200		80
1100	2794,00	110,000	± 1,07	± 0,042			220		
1120	2844,80	112,000	± 1,12	± 0,044				128	
1200	3048,00	120,000	± 1,12	± 0,044					96
1250	3175,00	125,000	± 1,17	± 0,046			250		
1260	3200,40	126,000	± 1,17	± 0,046				144	
1400	3556,00	140,000	± 1,22	± 0,048			280	160	112
1540	3911,60	154,000	± 1,32	± 0,052				176	
1600	4064,00	160,000	± 1,32	± 0,052					128
1700	4318,00	170,000	± 1,37	± 0,054			340		
1750	4445,00	175,000	± 1,42	± 0,056				200	
1800	4572,00	180,000	± 1,42	± 0,056					144

Délky roztečí a tolerance – MXL a XXL průřezy řemenů

Označení délky řemene	Délka rozteče		Tolerance		Počet zubů pro normalizované délky	
	mm	in	mm	in	MXL	XXL
36,0	91,44	3,600	± 0,41	± 0,016	45	
40,0	101,60	4,000	± 0,41	± 0,016	50	
44,0	111,76	4,400	± 0,41	± 0,016	55	
48,0	121,92	4,800	± 0,41	± 0,016	60	
50,0	127,00	5,000	± 0,41	± 0,016		40
56,0	142,24	5,600	± 0,41	± 0,016	70	
60,0	152,40	6,000	± 0,41	± 0,016	75	48
64,0	162,56	6,400	± 0,41	± 0,016	80	
70,0	177,80	7,000	± 0,41	± 0,016		56
72,0	182,88	7,200	± 0,41	± 0,016	90	
80,0	203,20	8,000	± 0,41	± 0,016	100	64
88,0	223,52	8,800	± 0,41	± 0,016	110	
90,0	228,60	9,000	± 0,41	± 0,016		72
100,0	254,00	10,000	± 0,41	± 0,016	125	80
110,0	279,40	11,000	± 0,46	± 0,018		88
112,0	284,48	11,200	± 0,46	± 0,018	140	
120,0	304,80	12,000	± 0,46	± 0,018		96
124,0	314,96	12,400	± 0,46	± 0,018	155	
130,0	330,20	13,000	± 0,46	± 0,018		104
140,0	355,60	14,000	± 0,46	± 0,018	175	112
150,0	381,00	15,000	± 0,46	± 0,018		120
160,0	406,40	16,000	± 0,51	± 0,020	200	128
180,0	457,20	18,000	± 0,51	± 0,020		144
200,0	508,00	20,000	± 0,51	± 0,020	225	160
220,0	558,80	22,000	± 0,61	± 0,024	250	176

Dvoustranné řemeny

Jmenovité délky řemenů pro dvoustranné řemeny jsou stejné jako ty, které jsou uvedeny v předchozích tabulkách. Kladná tolerance délky je rovna jeden a půl násobku tolerance ekvivalentní jednostrannému řemenu. Záporná tolerance je rovna dvojnásobku tolerance ekvivalentní jednostrannému řemenu.

Kód rozteče	Jmenovitá výška[a]	
	mm	in
MXL	1,53	0,060
XXL	2,03	0,080
XL	3,05	0,120
L	4,58	0,180
H	5,95	0,234
XH	15,49	0,610
XXH	22,10	0,870

[a] Viz obrázky 2 a 3.

Šířky, výšky a tolerance pro jednostranné řemeny

Kód rozteče	Jmenovitá výška[a] h_s		Šířka			Tolerance šířky pro délky roztečí řemenů					
			Rozměr		Označení	až do 838,2 mm (33 in) včetně		od 838,2 mm (33 in) až do 1676,4 mm (66 in) včetně		nad 1676,4 mm (66 in)	
	mm	in	mm	in		mm	in	mm	in	mm	in
MXL	1,14	0,045	3,2 4,8 6,4	0,12 0,19 0,25	012 019 025	+0,5 -0,8	+0,02 -0,03				
XXL	1,52	0,06	3,2 4,8 6,4	0,12 0,19 0,25	012 019 025	+0,5 -0,8	+0,02 -0,03				
XL	2,3	0,09	6,4 7,9 9,5	0,25 0,31 0,37	025 031 037	+0,5 -0,8	+0,02 -0,03				
L	3,6	0,14	12,7 19,1 25,4	0,5 0,75 1,00	050 075 100	+0,8 -0,8	+0,03 -0,03	+0,8 -1,3	+0,03 -0,05		
H	4,3	0,17	19,1 25,4 38,1	0,75 1,00 1,50	075 100 150	+0,8 -0,8	+0,03 -0,03	+0,8 -1,3	+0,03 -0,05	+0,8 -1,3	+0,03 -0,05
			50,8	2	200	+0,8 -1,3	+0,03 -0,05	+1,3 -1,3	+0,05 -0,05	+1,3 -1,5	+0,05 -0,06
			76,2	3	300	+1,3 -1,5	+0,05 -0,06	+1,5 -1,5	+0,06 -0,06	+1,5 -2,0	+0,06 -0,08
XH	11,2	0,44	50,8 76,2 101,6	2 3 4	200 300 400			+4,8 -4,8	+0,19 -0,19	+4,8 -4,8	+0,19 -0,19
XXH	15,7	0,62	50,8 76,2 101,6 127,0	2 3 4 5	200 300 400 500					+4,8 -4,8	+0,19 -0,19

[a] Viz obrázek 1.

Měření délky rozteče

Délka rozteče synchronního řemene musí být stanovena umístěním řemene do měřicího přípravku. Dvě řemenice stejného průměru, jak je uvedeno v následující tabulce, odpovídající správnému kódu rozteče a mající normální rozměry mezery zubů. Tyto řemenice musí být vyrobeny s tolerancí uvedenou v následující tabulce a mít vhodnou vzdálenost Cm mezi mezerami zubů řemenice a teoretickou šířkou zubů řemene, jak je uvedeno v předcházejících tabulkách. Jedna řemenice se musívolně otáčet na pevně umístěné hřídeli, kdežto druhá řemenice se musí volně otáčet na pohyblivé hřídeli, aby byla umožněna změna vzdálenosti mezi osami.

Měřicí řemenice délky rozteče řemene

Kód rozteče	Počet zubů	Obvod rozteče		Vnější průměr[a]		Radiální házivost FIM[b]		Axiální házivost FIM[b]		Minimální vzdálenost C_m	
		mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in
MXL	20	40,64	1,6	12,426 ± 0,013	0,4893 ± 0,0005	0,013	0,0005	0,025	0,001	0,25	0,010
XXL	16	50,8	2	15,662 ± 0,013	0,6166 ± 0,0005	0,013	0,0005	0,025	0,001	0,30	0,012
XL	10	50,8	2	15,662 ± 0,013	0,6166 ± 0,0005	0,013	0,0005	0,025	0,001	0,30	0,012
L	16	152,4	6	47,748 ± 0,013	1,8799 ± 0,0005	0,013	0,0005	0,025	0,001	0,33	0,013
H	20	254	10	79,479 ± 0,013	3,1291 ± 0,0005	0,013	0,0005	0,025	0,001	0,38	0,015
XH	24	533,4	21	166,992 ± 0,025	6,5745 ± 0,001	0,013	0,0005	0,051	0,002	0,53	0,021
XXH	24	762	30	239,504 ± 0,025	9,4293 ± 0,001	0,013	0,0005	0,076	0,003	0,64	0,025

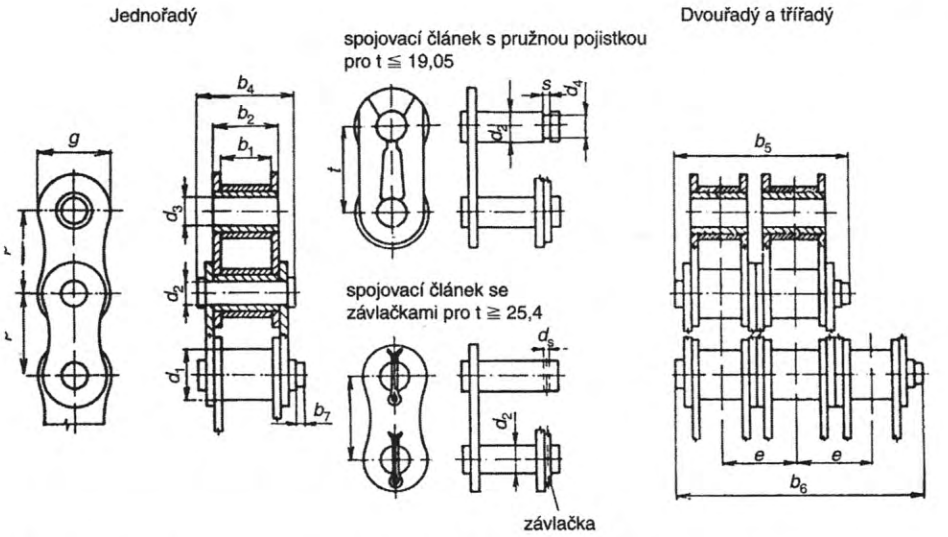
[a] Mohou být použity řemenice mimo stanovenou toleranci průměru, pokud výsledky měření délky řemene jsou opraveny pro aktuální použité průměry řemenic.

[b] FIM: úplný indikátor pohybu

ŘETĚZY

VÁLEČKOVÉ ŘETĚZY

Výběr z ČSN 02 3311
Účinnost od 1. 4. 1973



b_5 — vnější šířka dvouřadého řetězu, b_6 — vnější šířka třířadého řetězu, e — osová vzdálenost dvouřadého a třířadého řetězu

Označení dvouřadého válečkového řetězu o délce 5,068 m s roztečí $P = 12{,}70$ mm, s vnitřní šířkou $b_1 = 7{,}75$ mm, se spojovacím článkem:

5,068 m ŘETĚZU 08 B-2 ČSN 02 3311.2

Označení jednořadého válečkového řetězu s 52 články, s roztečí $P = 31{,}75$ mm, s vnitřní šířkou $b_1 = 19{,}56$ mm, spojeného jako nekonečný:

ŘETĚZ 52 ČLÁNKŮ 20 B-1 ČSN 02 3311.1

Označení samostatného spojovacího článku pro třířadý válečkový řetěz s roztečí $P = 25{,}40$ mm, s vnitřní šířkou $b_1 = 17{,}02$ mm:

SPOJOVACÍ ČLÁNEK 16 B-3 ČSN 02 3311.3

Použití: řetězy se používají pro přenos tažných sil při středních (6 až 12 $m \cdot s^{-1}$) a vyšších (přes 12 $m \cdot s^{-1}$) obvodových rychlostech

Pokračování
Rozměry v mm

Řetěz	P	b_1 min.	d_1 h10	d_2 h9	d_3 [1]	b_2 max.	b_4 max.	b_5 max.	b_6 max.	b_7 max.	e	g max.	Spojovací článek		
													d_4	s	d_5
05 B	8,00	3,00	5,00	2,31	2,36	4,77	8,6	—	—	3,1	—	7,2	1,60	0,70	—
06 B	9,525	5,72	6,35	3,28	3,33	8,53	13,5	23,8	34,0	3,3	10,24	8,4	2,35	0,80	—
081	12,70	3,30	7,75	3,66	3,71	5,80	10,2	—	—	1,5	—	10	2,85	0,80	—
086	12,70	5,21	8,51	4,45	4,50	9,00	14,5	—	—	3,9	—	12	3,26	0,85	—
08 B	12,70	7,75	8,51	4,45	4,50	11,45	17,0	31,0	44,9	3,9	13,92	12	3,26	0,85	—
101	15,875	6,48	10,16	5,08	5,13	10,15	16,4	—	—	4,1	—	14,8	3,75	1,0	—
10 B	15,875	9,65	10,16	5,08	5,13	13,28	19,6	36,2	52,8	4,1	16,59	14,8	3,75	1,0	—
12 B	19,05	11,68	12,07	5,72	5,77	15,62	22,7	42,2	61,7	4,6	19,46	16,4	4,25	1,0	—
16 B	25,40	17,02	15,88	8,28	8,33	25,45	36,1	68,0	99,9	5,4	31,88	21,08	—	—	2,5
20 B	31,75	19,56	19,05	10,19	10,24	29,01	43,2	79,7	118,0	6,1	36,45	27	—	—	3
24 B	38,10	25,40	25,40	14,63	14,68	38,50	55,0	104,0	152,5	6,6	48,36	36	—	—	4
28 B	44,45	30,99	27,94	15,90	15,95	46,58	67,0	127,5	187,5	7,4	59,56	41	—	—	4
32 B	50,80	30,99	29,21	17,81	17,86	46,10	67,4	126,0	185,0	7,9	58,55	44	—	—	5
40 B	63,50	38,10	39,37	22,89	22,94	55,75	82,6	154,9	227,2	10,2	72,29	60	—	—	5
48 B	76,20	45,72	48,26	29,24	29,29	71,60	102,0	194,0	287,0	10,5	91,21	70	—	—	6

[1]) Do $P = 25{,}4$ mm jsou mezní úchylky průměru d_3H11, pro $P > 25{,}4$ mm jsou H12. Hodnoty d_3 jsou informativní.
Provedení řetězu — 1. doplňková číslice viz str. 569.

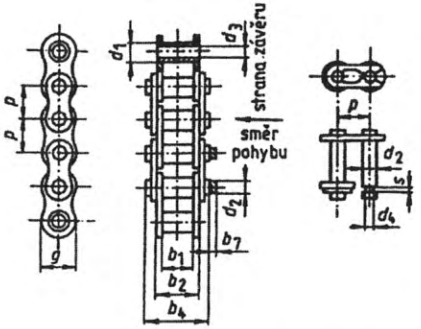
Řetěz	Plocha kloubu A (mm^2)			Síly při přetržení F_{Pt} (kN)			Hmotnost 1 m (kg)		
	1řadý	2řadý	3řadý	1řadý	2řadý	3řadý	1řadý	2řadý	3řadý
05 B	10	—	—	4,4	—	—	0,18	—	—
06 B	28	56	85	8,9	16,9	24,9	0,41	0,78	1,18
081	22	—	—	8,0	—	—	0,40	—	—
086	40	—	—	17,8	—	—	0,56	—	—
08 B	50	100	151	17,8	31,1	44,5	0,75	1,35	2,0
101	51	—	—	22,2	—	—	0,80	—	—
10 B	67	135	202	22,2	44,5	66,7	0,95	1,85	2,8
12 B	89	179	268	28,9	57,8	86,7	1,25	2,5	3,8
16 B	210	421	631	58,0	110,0	165,0	2,75	5,5	8,0
20 B	295	590	885	89,0	178,0	267,0	3,64	7,21	10,8
24 B	554	1 109	1 664	170,0	324,0	485,0	7,12	14,2	21,2
28 B	740	1 481	2 222	200,0	381,0	571,0	9,05	18,0	27,0
32 B	837	1 673	2 510	260,0	495,0	743,0	9,83	19,5	29,2
40 B	1 275	2 550	3 825	380,0	730,0	1 100,0	16,90	33,5	50,2
48 B	2 061	4 123	6 185	600,0	1 140,0	1 700,0	26,00	51,5	77,0

POUZDROVÉ ŘETĚZY RYCHLOBĚŽNÉ

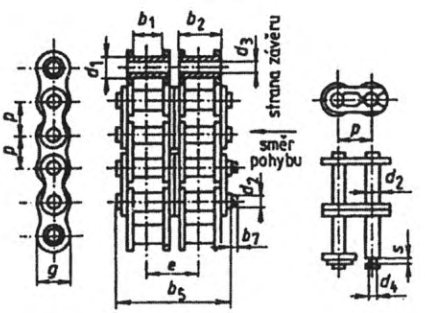
Výběr z ČSN 02 3321
Účinnost od 1. 4. 1973

Jsou určeny pro přenos tažných sil při středních (6 až 12 m.s^{-1}) a vyšších (přes 12 m.s^{-1}) rychlostech.

Řetěz jednořadý



Řetěz dvouřadý



Označení jednořadého pouzdrového řetězu o délce 1 134 m s roztečí $P = 9{,}525$ mm, s vnitřní šířkou $b_1 = 4{,}77$ mm, bez spojovacího článku:

1,134 m ŘETĚZU 06 C-1 ČSN 02 3321.0

Označení dvouřadého pouzdrového řetězu o délce 109 článků s roztečí $P = 9{,}525$ mm, s vnitřní šířkou $b_1 = 4{,}77$ mm, se spojovacím článkem:

ŘETĚZ 109 ČLÁNKŮ 06 C-2 ČSN 02 3321.2

Označení samostatného spojovacího článku pro třířadý pouzdrový řetěz s roztečí $P = 9{,}525$ mm, s vnitřní šířkou $b_1 = 4{,}77$ mm:

SPOJOVACÍ ČLÁNEK 06 C-3 ČSN 02 3321.3

Rozměry v mm

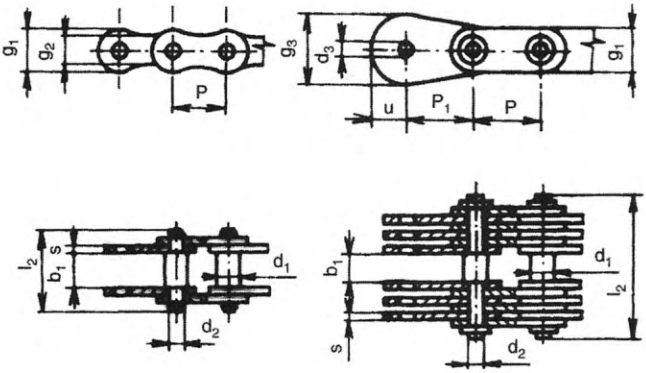
Řetěz 06 C	P	b_1 min.	d_1 −0,02	d_2 h9	d_3 H10	b_2 max.	b_4, b_5, b_6 max.	b_7	e	g max.	Spojovací článek		Plocha kloubu A (mm^2)	Síla při přetržení F_{Pt} (kN)	Hmotnost 1 m (kg)
											d_4	s			
jednořadý	9,525	4,77	5,08	3,58	3,63	7,47	13,2	3,30	—	9,05	2,35	0,80	27	7,90	0,312
dvouřadý							23,4		10,13				54	15,80	0,669
třířadý							33,5		10,13				81	23,70	1,010

Provedení — 1. doplňková číslice: 0 — bez spojovacího článku, 1 — spojený jako bezkoncový nerozebiratelný, 2 — se spojovacím článkem, 3 — samostatný spojovací článek, 4 — samostatný vnější článek

e — osová vzdálenost dvouřadého a třířadého řetězu

GALLOVY ŘETĚZY

Výběr z ČSN 02 3330
Účinnost od 1. 4. 1969



Označení hnacího řetězu o rozteči $P = 25$ mm, délce 68 článků, ukončeného spojkou:

ŘETĚZ 68 ČLÁNKŮ 25 ČSN 02 3330.2

Rozměry v mm

Rozteč P	Rozměry												n	Síla při přetržení F_p (N)	Hmotnost 1 m (kg)
	b_1	d_1 h11	$\frac{d_2 \text{ C11}}{\text{h11}}$	d_3 A11	l_1 max.	l_2 max.	g_1	g_2	g_3	s	P_1	u			
10	8	4	3	6	20	18	8	6	16	1,5	15	10	2	250,0	0,40
15	12	5	4	9	27	25	12	9	18	2,0	20	11	2	500,0	0,70
20	15	8	6	10	33	28	15	11	20	2,0	25	12	2	1 250,0	1,10
25	18	10	8	12	42	36	18	13	25	3,0	30	15	2	2 500,0	1,75
30	20	11	9	14	58	51	20	15	30	3,0	40	18	4	4 000,0	3,40
35	22	12	10	16	61	53	26	18	35	3,0	45	21	4	6 000,0	4,50
40	25	14	12	18	66	58	30	22	40	3,0	50	24	4	8 000,0	4,70

l_1 — délka spojky, n — počet destiček na jeden článek

Řetězy jsou ještě normalizovány pro rozteče: 55, 60, 65, 70, 80, 90, 100, 110 a 120 mm.

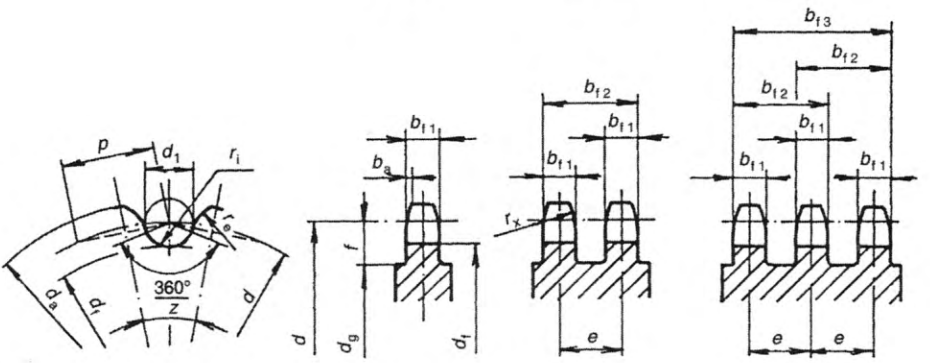
Význam doplňkové číslice v označení: 0 — řetěz bez spojky a závěsných článků, 1 — závěsný řetěz, 2 — hnací řetěz ukončený spojkou, 3 — spojka, 4 — rozebiratelný závěsný článek

ŘETĚZOVÁ KOLA PRO HNACÍ VÁLEČKOVÉ A POUZDROVÉ ŘETĚZY

Výběr z	Účinnost od
ČSN 01 4811	1. 1. 1984
ČSN 01 4809	1. 7. 1970

Řetězová kola

jednořadá dvouřadá třířadá



Základní rozměry řetězových kol

Název	Značka	Výpočet	
Rozteč zubů	p	ČSN 02 3311 Válečkové řetězy	
Průměr válečku nebo pouzdra	d_1	ČSN 02 3321 Pouzdrové řetězy	
Počet zubů	z	zvoleno z_1 nebo vypočteno z_2	
Průměr roztečné kružnice	d	$d = \frac{p}{\sin\frac{180°}{z}}$	
Průměr patní kružnice	d_f	$d_f = d - 2r_i$	
		Pro mezeru se šířkou	
		s nejmenší	s největší
Poloměr dna zubní mezery	r_i	$r_{i\,min} = 0{,}505 d_1$	$r_{i\,max} = r_{i\,min} + 0{,}069\sqrt[3]{d_1}$
Poloměr boku zubu	r_e	$r_{e\,min} = 0{,}12 d_1 \cdot (z + 2)$	$r_{e\,max} = 0{,}008 d_1 \cdot (z^2 + 180)$
Průměr hlavové kružnice	d_a	$d_{a\,min} = d + 0{,}5 d_1$	$d_{a\,max} = d + 1{,}25p - d_1$
Úhel otevření	α	$\alpha_{min} = 120° - \frac{90°}{z}$	$\alpha_{max} = 140° - \frac{90°}{z}$

Rozměry věnců řetězových kol

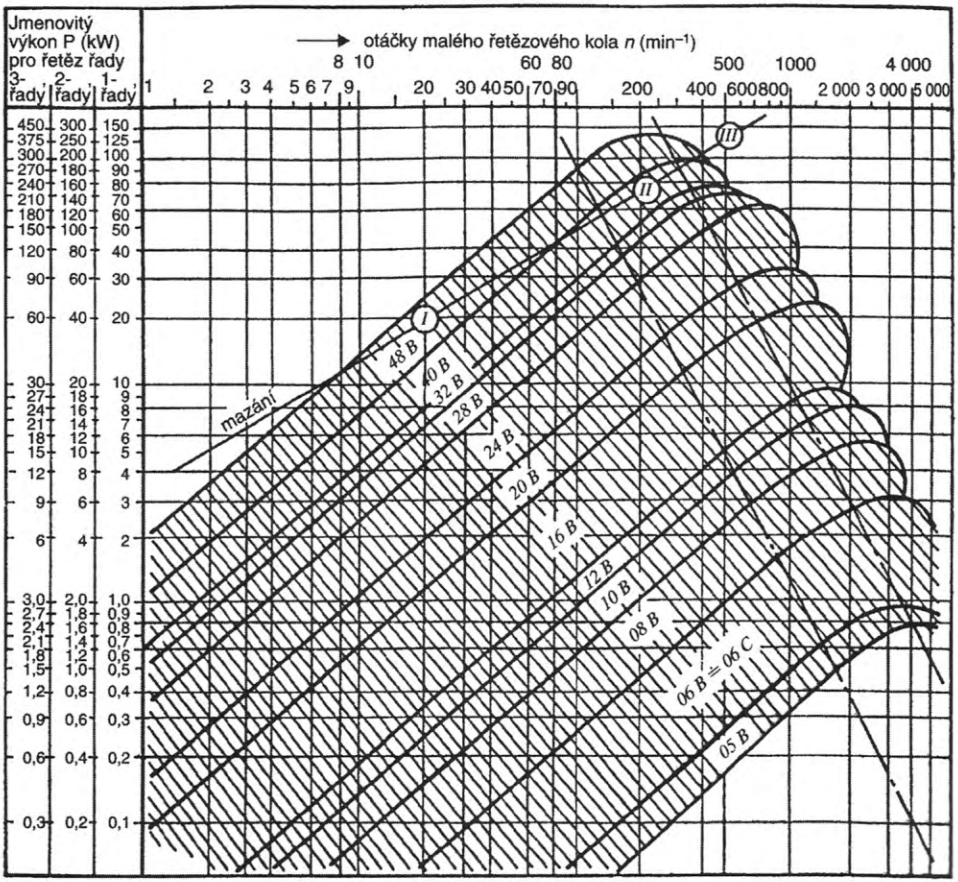
Největší průměr věnce	d_g	$d_g = d - 2f$
Rozdíl poloměrů roztečné kružnice a věnce	f	Pro řetězy s krátkou roztečí $f = 0{,}7p$ Pro řetězy s dlouhou roztečí $f = 0{,}4p$
Vzdálenost mezi řadami u víceřadého řetězu	e	ČSN 02 3311 Válečkové řetězy
Vnitřní šířka řetězu	b_1	ČSN 02 3321 Pouzdrové řetězy
Poloměr zaoblení zubů	r_x	$r_x = 1{,}5 d_1$
Zaoblení zubů	b_a	$b_a = (0{,}1 \ldots 0{,}15)\, d_1$

Rozteč řetězu

Rozměry v mm

			$p \leqq 12{,}70$	$p > 12{,}70$
Šířka řetězového kola	jednořadého dvouřadého třířadého	b_{11}	$b_{11} = 0{,}93b_1$ $b_{11} = 0{,}91b_1$ $b_{11} = 0{,}88b_1$	$b_{11} = 0{,}95b_1$ $b_{11} = 0{,}93b_1$ $b_{11} = 0{,}93b_1$
Šířka věnce řetězového kola	dvouřadého třířadého	b_{12} b_{13}	$b_{12} = 0{,}91b_1 + e$ $b_{13} = 0{,}91b_1 + 2e$	$b_{12} = 0{,}93b_1 + e$ $b_{13} = 0{,}93b_1 + 2e$

Výkony a otáčky pro řetězy provedení B (ČSN 02 3311) a 06 C (ČSN 02 3321)



Z diagramu určíme řetěz podle otáček malého řetězového kola n (min^{-1}) a jmenovitý výkon $P_1 = \dfrac{P}{\varkappa\mu\varphi}$ (kW)

Mezní úchylky a drsnost boků zubů

Název parametru	Obvodová rychlost ($m \cdot s^{-1}$)	Průměr [mm]			Drsnost povrchu zubů $R_{a\,max}$ (μm)
		přes do 127	127 250	250	
		Mezní úchylky (mm)			
Průměr patní kružnice d_1	do 8	0 −0,25	0 −0,3	h11	6,3
	přes 8	h10			3,2
Šířka zubu b_{11}		h14			
Šířka věnce b_{12}		h14			
Šířka věnce b_{13}		h14 (informativně)			
Průměr díry náboje řetězového kola	do 5	H9			
	přes 5	H8			

Tolerance kruhového házení

Dovolené obvodové házení patní kružnice [mm]	Dovolené čelní házení na průměru shodném s průměrem patní kružnice [mm]
$0{,}008d_1 + 0{,}08$; nejvýše 0,76	$0{,}009d_1 + 0{,}08$; nejvýše 1,14

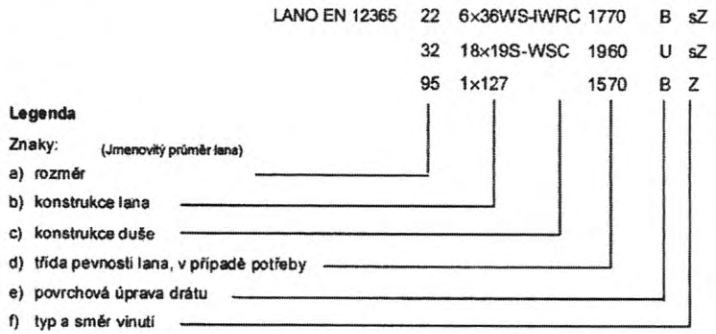
Hodnoty $x = \left(\sin \frac{180°}{z}\right)^{-1}$

z	x	z	x	z	x	z	x	z	x
9	2,923 8	31	9,884 5	53	16,880 3	75	23,880 2	97	30,881 5
10	3,236 1	32	10,202 3	54	17,198 4	76	24,198 5	98	31,199 7
11	3,549 4	33	10,520 1	55	17,516 6	77	24,516 7	99	31,518 0
12	3,863 7	34	10,838 0	56	17,834 7	78	24,834 9	100	31,836 2
13	4,178 6	35	11,155 8	57	18,152 9	79	25,153 1	101	32,154 5
14	4,494 0	36	11,473 7	58	18,471 0	80	25,471 3	102	32,472 7
15	4,809 7	37	11,791 6	59	18,789 2	81	25,789 6	103	32,791 0
16	5,125 8	38	12,109 6	60	19,107 3	82	26,107 8	104	33,109 3
17	5,442 2	39	12,427 5	61	19,425 5	83	26,426 0	105	33,427 5
18	5,758 8	40	12,745 5	62	19,743 7	84	26,744 3	106	33,745 8
19	6,075 5	41	13,063 5	63	20,061 9	85	27,062 5	107	34,064 0
20	6,392 5	42	13,381 5	64	20,380 0	86	27,380 7	108	34,382 3
21	6,709 5	43	13,699 5	65	20,698 2	87	27,699 0	109	34,700 6
22	7,026 6	44	14,017 6	66	21,016 4	88	28,017 2	110	35,018 8
23	7,343 9	45	14,335 6	67	21,334 6	89	28,335 5	111	35,337 1
24	7,661 3	46	14,653 7	68	21,652 8	90	28,653 7	112	35,655 4
25	7,978 7	47	14,971 7	69	21,971 0	91	28,971 9	113	35,973 7
26	8,296 2	48	15,289 8	70	22,289 2	92	29,290 2	114	36,291 9
27	8,613 8	49	15,607 9	71	22,607 4	93	29,609 4	115	36,610 2
28	8,931 4	50	15,926 0	72	22,925 6	94	29,926 7	116	36,928 5
29	9,249 1	51	16,244 1	73	23,243 8	95	30,244 9	117	37,246 7
30	9,566 8	52	16,566 2	74	23,562 0	96	30,563 2	118	37,565 0

OCELOVÁ DRÁTĚNÁ LANA

Výběr z	Účinnost od
ČSN EN 12385-1+A1 (02 4302)	1. 8. 2009
ČSN EN 12385-2+A1 (02 4302)	1. 1. 2009
ČSN EN 12385-3+A1 (02 4302)	1. 1. 2009

Formát systému značení



Poznámka: Mezery mezi znaky mohou být v některých příkladech uvedených v normě normálně v praxi uzavřeny, jak je ukázáno výše

Značení
Na štítku připevněném na cívce musí být vyznačeny čitelně a trvale jméno a adresa výrobce a číslo certifikátu.

Symboly pro duše, středy, středy souběžně uzavřených lan a středy roztáčení odolných lan

Položka nebo prvek	Symbol
Jednovrstvá lana:	
Duše z vláken	FC
– Duše z přírodních vláken	NFC
– Duše ze syntetických vláken	SFC
– Duše z pevného polymeru	SPC
Duše z oceli	WC
Duše z drátěného pramene	WSC
Nezávislá duše z drátěného lana	IWRC
Nezávislá duše z drátěného lana ztvárněnými prameny	IWRC(K)
Nezávislá duše z drátěného lana pokrytá pevným polymerem	EPIWRC

Položka nebo prvek	Symbol
Souběžně uzavřené lano	
Střed ze souběžně uzavřeného drátěného lana	PWRC
Střed ze souběžně uzavřeného drátěného lana se ztvárněnými prameny	PWRC(K)
Nekroutivé lano	
Středový prvek	
– Duše z vláken	FC
– Duše z drátěného pramene	WSC
– Duše ze ztvárněného drátěného pramene	KWSC

Třída pevnosti lana
Třída pevnosti lana musí identifikovat sílu při přetržení lana, např. 1770, 1370/1700. (N/mm^2)

Poznámka: Ne všechna lana jsou identifikovatelná třídou pevnosti lana.

Povrchová úprava drátu
Povrchová úprava (vnějších drátů) musí být označena použitím následujících písmenných symbolů:

Bez povlaku (nebo lesklé)	U		
Zinkový povlak třídy B	B	Povlak ze zinkových slitin třídy B	B(Zn/Al)
Zinkový povlak třídy A	A	Povlak ze zinkových slitin třídy A	A(Zn/Al)

Poznámka: S vnější povrchovou úpravou bude nezbytné zajistit, že význam jakéhokoliv použitého vybraného písmenného symbolu je identifikovatelný

Typ a směr vinutí

Spirálové lano
Směr vinutí musí být označen použitím následujících písmenných symbolů:

Pravé vinutí	Z	Levé vinutí	S

Pramenné lano
Typ a směr vinutí musí být označen použitím následujících písmenných symbolů:

Křížové vinutí, pravé	sZ	Stejnosměrné vinutí, levé	sS
Křížové vinutí, levé	zS	Střídavé vinutí, pravé	aZ
Stejnosměrné vinutí, pravé	zZ	Střídavé vinutí, levé	aS

Poznámka: První písmeno křížových a stejnosměrných vinutí označuje směr drátů v prameni a druhé písmeno označuje směr pramenů v laně. Druhé písmeno střídavých typů označuje směr pramenů v laně.

Výběr z ČSN EN 12385-4 (02 4302)
Účinnost od 1. 1. 2009

Třída 6 × 19

Konstrukční příklad průřezů	Konstrukce lana		Konstrukce pramenů		
	Položka	Počet	Položka		Počet
	Prameny	6	Dráty		15 až 26
	Vnější prameny	6	Vnější dráty		7 až 12
	Vrstvy pramenů	1	Vrstvy drátů		2 až 3
	Dráty v laně (s výjimkou kovové duše)	90 až 156			
6 × 19S-FC	Typické příklady		Počet vnějších drátů		Koeficient vnějšího drátu[1]
	Lano	Pramen	Celkem	Na pramen	
	6 × 19S	1-9-9	54	9	0,080
	6 × 25F	1-6-6F-12	72	12	0,064
	6 × 19W	1-6-6+6	72	12	0,073
				6	0,055
	6 × 26WS	1-5-5+5-10	60	10	0,074
6 × 25F-FC	Součinitel minimální síly při přetržení		$K_1 = 0{,}330$	$K_2 = 0{,}356$	
	Součinitel jmenovité délkové hmotnosti[1]		$W_1 = 0{,}359$	$W_2 = 0{,}400$	
	Součinitel jmenovitého kovového průřezu[1]		$C_1 = 0{,}384$	$C_2 = 0{,}449$	

Jmenovitý průměr lana	Přibližná jmenovitá délková hmotnost[1] kg/100 m		Minimální síla při přetržení kN				
			Třída pevnosti lana				
			1770		1960		2160
mm	Duše z vláken	Duše z oceli	Duše z vláken	Duše z oceli	Duše z vláken	Duše z oceli	Duše z oceli
1	2	3	4	5	6	7	8
6	12,9	14,4	21,0	22,7	23,3	25,1	27,7
7	17,6	19,6	28,6	30,9	31,7	34,2	37,7
8	23,0	25,6	37,4	40,3	41,4	44,7	49,2
9	29,1	32,4	47,3	51,0	52,4	56,5	62,3
10	35,9	40,0	58,4	63,0	64,7	69,8	76,9
11	43,3	48,4	70,7	76,2	78,3	84,4	93,0
12	51,7	57,6	84,1	90,7	93,1	100	111
13	60,7	67,6	98,7	106	109	118	130
14	70,4	78,4	114	124	127	137	151
16	91,9	102	150	161	166	179	197
18	116	130	189	204	210	226	249
20	144	160	234	252	259	279	308
22	174	194	283	305	313	338	372
24	207	230	336	363	373	402	443
26	243	270	395	426	437	472	520
28	281	314	458	494	507	547	603
32	368	410	598	645	662	715	787
36	465	518	757	817	838	904	997
40	574	640	935	1 010	1 040	1 120	1 230
44	695	774	1 130	1 220	1 250	1 350	1 490
48	827	922	1 350	1 450	1 490	1 610	1 770

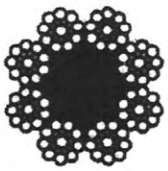
Třída 6 x 19 s duší z vláken

Konstrukční příklady průřezů	Konstrukce lana		Konstrukce pramenů		
	Položka	Počet	Položka		Počet
	Prameny	6	Dráty		19 až 29
	Vnější prameny	6	Vnější dráty		9 až 14
	Vrstvy pramenů	1	Vrstvy drátů		2
	Dráty v laně	114 až 174			
	Typické příklady		Počet vnějších drátů		Součinitel vnějšího drátu[1]
	Lano	Prameny	Celkem	Na pramen	
	6 x 19 S	1-9-9	54	9	0,080
	6 x 25 F	1-6-6F-12	72	12	0,064
6 x 25F-FC	6 x 19 W	1-6-6+6	72	12 6	0,076 8
				6	0,055 6
6 x 19W-FC	Součinitel minimální síly při přetržení		$K_1 = 0{,}330$		
	Součinitel jmenovité délkové hmotnosti[1]		$W_1 = 0{,}359$		
	Součinitel jmenovitého kovového průřezu[1]		$C_1 = 0{,}384$		

Jmenovitý průměr lana	Přibližná jmenovitá délková hmotnost[1]	Minimální síla při přetržení kN			
		Dvojitá pevnost		Jednoduchá pevnost	
mm	kg/100 m	Třída pevnosti lana 1180/1770	Třída pevnosti lana 1370/1770	Třída pevnosti lana 1570	Třída pevnosti lana 1770
6	12,9	16,3	17,8	18,7	21,0
6,5	15,2	19,1	20,9	21,9	24,7
8[2]	23,0	28,9	31,7	33,2	37,4
9	29,1	36,6	40,1	42,0	47,3
10[2]	35,9	45,2	49,5	51,8	58,4
11[2]	43,4	54,7	59,9	62,7	70,7
12	51,7	65,1	71,3	74,6	84,1
13[2]	60,7	76,4	83,7	87,6	98,7
14	70,4	88,6	97,0	102	114
15	80,8	102	111	117	131
16[2]	91,9	116	127	133	150
18	116	146	160	168	189
19[2]	130	163	179	187	211
20	144	181	198	207	234
22[2]	174	219	240	251	283

[1] Pouze pro informaci.
[2] Preferované velikosti.

Třída 8 × 19 s duší z vláken

Konstrukční příklady průřezů	Konstrukce lana		Konstrukce pramenů		
	Položka	Počet	Položka		Počet
	Prameny	8	Dráty		19 až 29
	Vnější prameny	8	Vnější dráty		9 až 14
	Vrstvy pramenů	1	Vrstvy drátů		2
	Dráty v laně	152 až 232			
	Typické příklady		Počet vnějších drátů		Součinitel vnějšího drátu[1]
8 × 19S-FC	Lano	Prameny	Celkem	Na pramen	
	8 × 19 S	1-9-9	72	9	0,065 5
	8 × 25 F	1-6-6F-12	96	12	0,052 5
	8 × 19 W	1-6-6+6	96	12 6	0,060 6
				6	0,045 0
8 × 25F-FC	Součinitel minimální síly při přetržení		$K_1 = 0{,}293$		
	Součinitel jmenovité délkové hmotnosti[1]		$W_1 = 0{,}340$		
	Součinitel jmenovitého kovového průřezu[1]		$C_1 = 0{,}349$		

Jmenovitý průměr lana	Přibližná jmenovitá délková hmotnost[1]	Minimální síla při přetržení kN		
		Dvojitá pevnost		Jednoduchá pevnost
mm	kg/100 m	Třída pevnosti lana 1180/1770	Třída pevnosti lana 1370/1770	Třída pevnosti lana 1570
8[2]	21,8	25,7	28,1	29,4
9	27,5	32,5	35,6	37,3
10[2]	34,0	40,1	44,0	46,0
11[2]	41,1	48,6	53,2	55,7
12	49,0	57,8	63,3	66,2
13[2]	57,5	67,8	74,3	77,7
14	66,6	78,7	86,1	90,2
15	76,5	90,3	98,9	104
16[2]	87,0	103	113	118
18	110	130	142	149
19[2]	123	145	159	166
20	136	161	176	184
22[2]	165	194	213	223

[1] Pouze pro informaci.
[2] Preferované velikosti.

Třída 8 × 19 s duší z oceli

Konstrukční příklady průřezů

8 × 19S-IWRC

8 × 25F-IWRC

8 × 19W-IWRC

Konstrukce lana	
Položka	Počet
Prameny	8
Vnější prameny	8
Vrstvy pramenů	1
Dráty v laně	152 až 232

Konstrukce pramenů	
Položka	Počet
Dráty	19 až 29
Vnější dráty	9 až 14
Vrstvy drátů	2

Typické příklady		Počet vnějších drátů		Součinitel vnějšího drátu[1]
Lano	Prameny	Celkem	Na pramen	
8 × 19 S	1-9-9	72	9	0,065 5
8 × 25 F	1-6-6F-12	96	12	0,052 5
8 × 19 W	1-6-6+6	96	12	0,060 6
			6	0,045 0

Součinitel minimální síly při přetržení	$K_2 = 0{,}356$
Součinitel jmenovité délkové hmotnosti[1]	$W_2 = 0{,}407$
Součinitel jmenovitého kovového průřezu[1]	$C_2 = 0{,}457$

Jmenovitý průměr lana	Přibližná jmenovitá délková hmotnost[1]	Minimální síla při přetržení kN			
		Dvojitá pevnost		Jednoduchá pevnost	
mm	kg/100 m	Třída pevnosti lana 1370/1770	Třída pevnosti lana 1570/1770	Třída pevnosti lana 1570	Třída pevnosti lana 1770
8[2]	26,0	35,8	38,0	35,8	40,3
9	33,0	45,3	48,2	45,3	51,0
10[2]	40,7	55,9	59,5	55,9	63,0
11[2]	49,2	67,6	71,9	67,6	76,2
12	58,6	80,5	85,6	80,5	90,7
13[2]	68,7	94,5	100	94,5	106
14	79,8	110	117	110	124
15	91,6	126	134	126	142
16[2]	104	143	152	143	161
18	132	181	193	181	204
19[2]	147	202	215	202	227
20	163	224	238	224	252
22[2]	197	271	288	271	305

[1] Pouze pro informaci.
[2] Preferované velikosti.

Příklady typů lan, jejich označení, konstrukce, vlastnosti a příklady použití

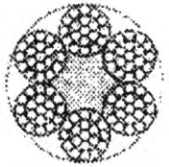
Lana pro výtahy

Označení: STANDARD 6×19 FC, EN 12385-4

Konstrukce: Lano se středním počtem drátů (6 pramenů po 19 drátech, celkem tedy 114 drátů + sisálová duše).

Vlastnosti: Lano je středně ohebné, snese ohyby přes kladky středních průměrů a přitom má poměrně velký průměr drátů odolných proti otěru.

Příklad využití: lana vrátková, posunovací, montážní, výtahová

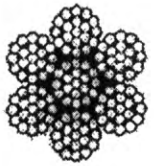


Označení: STANDARD 6×19 IWRC, EN 12385-4

Konstrukce: Lano se středním počtem drátů (6 pramenů po 19 drátech, celkem tedy 114 drátů + ocelová duše).

Vlastnosti: Lano je středně ohebné, snese ohyby přes kladky středních průměrů a přitom má poměrně velký průměr drátů odolných proti otěru.

Příklad využití: lana vrátková, posunovací, montážní, výtahová

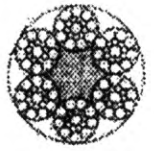


Označení: SEAL 6×19 FC, EN 12385-5

Konstrukce: Lano se středním počtem drátů (6 pramenů po 19 drátech, celkem tedy 114 drátů + sisálová duše).

Vlastnosti: Lano má vnější vrstvu drátů větších průměrů, čímž jsou velice odolné proti otěru. Lano má menší ohebnost, avšak velmi dobře snáší rázová zatížení.

Příklad využití: lana výtahová, těžná, rypadlová atd.



Označení: SEAL 6×19 IWRC, EN 12385-5

Konstrukce: Lano se středním počtem drátů (6 pramenů po 19 drátech, celkem tedy 114 drátů + ocelová duše).

Vlastnosti: Lano má vnější vrstvu drátů větších průměrů, čímž jsou velice odolné proti otěru. Lano má menší ohebnost, avšak velmi dobře snáší rázová zatížení.

Příklad využití: lana výtahová, těžná, rypadlová atd.

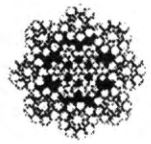
Lana pro výtahy

Označení: SEAL, 8×19 IWRC, EN 12385-5

Konstrukce: Lano se středním počtem drátů (8 pramenů po 19 drátech, celkem tedy 152 drátů + ocelová duše).

Vlastnosti: Lano má vnější vrstvu drátů větších průměrů, čímž jsou velice odolné proti otěru. Lano má lepší ohebnost než lano 6×19 SEAL-FC, a velmi dobře snáší rázová zatížení.

Příklad využití: lana výtahová, těžná, rypadlová atd.



Lana pro jeřáby

Označení: HERKULES 18×7 WSC, EN 12385-4

Konstrukce: Lano složené z 18 pramenů po 7 drátech celkem tedy 126 drátů.

Vlastnosti: Lano obsahuje větší počet drátů ve více pramenech, je dobře ohebné a prakticky málo točivé. Vyniká také vyšší únosností.

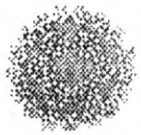
Příklad využití: lano lze využít všude tam kde je břemeno zavěšeno na jednom průřezu lana a není ničím vedeno, např. navijáky, vrátky

Označení: HERKULES 221 drátů, EN 12385-4

Konstrukce: Lano je složeno ze dvou vrstev (1 vrstva: 6×17 drátů, 2 vrstva: 17×7 drátů, celkem tedy 221 drátů).

Vlastnosti: Lano vyniká vysokou ohebností a je prakticky nekroutivé. Je vhodné všude tam, kde je břemeno zavěšeno na jednom průřezu lana a není vedeno. Konstrukce tohoto lana je ovšem citlivá na nesprávnou manipulaci.

Příklad využití: jeřáby, autojeřáby



Označení: 36×7 FC, EN 12385-4

Konstrukce: Lano je složeno z více vrstev (1 vrstva: 6×7 drátů, 2 vrstva: 12×7 drátů, 3 vrstva: 18×7, celkem tedy 252 drátů).

Vlastnosti: Lano vyniká vysokou ohebností a je prakticky nekroutivé. Je vhodné všude tam, kde je břemeno zavěšeno na jednom průřezu lana a není vedeno. Konstrukce tohoto lana je ovšem citlivá na nesprávnou manipulaci.

Příklad využití: speciální jeřáby, těžařské stroje

Lana pro jeřáby

Označení: 6×26 WS FC, EN 12385-4

Konstrukce: Lano se středním počtem drátů (6 pramenů po 26 drátech, celkem tedy 156 drátů + sisálová duše), jednotlivé dráty jsou nestejných průměrů, čímž se dosahuje lepšího využití průřezu.

Vlastnosti: Lana jsou dostatečně ohebná a odolná proti otěru.

Příklad využití: lana jeřábová, vrtná, tažná, zdvihadlová atd.

Označení: 6×26 WS IWRC, EN 12385-4

Konstrukce: Lano se středním počtem drátů (6 pramenů po 26 drátech, celkem tedy 156 drátů + ocelová duše), jednotlivé dráty jsou nestejných průměrů, čímž se dosahuje lepšího využití průřezu.

Vlastnosti: Lana jsou dostatečně ohebná a odolná proti otěru.

Příklad využití: lana jeřábová, vrtná, tažná, zdvihadlová atd.

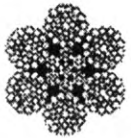
Označení: 6×36 WS FC, EN 12385-4

Konstrukce: Lano s velkým počtem drátů (6 pramenů po 36 drátech, celkem 216 drátů + sisálová duše), jednotlivé dráty jsou nestejných průměrů, čímž se dosahuje lepšího využití průřezu.

Vlastnosti: Lana jsou velice dobře ohebná a odolná proti otěru.

Příklad využití: lana jeřábová, vrtná, tažná, zdvihadlová atd.

Označení: 6×36 WS IWRC, EN 12385-4

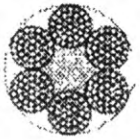


Konstrukce: Lano s velkým počtem drátů (6 pramenů po 36 drátech, celkem 216 drátů + ocelová duše), jednotlivé dráty jsou nestejných průměrů, čímž se dosahuje lepšího využití průřezu.

Vlastnosti: Lana jsou velice dobře ohebná a odolná proti otěru.

Příklad využití: lana jeřábová, vrtná, tažná, zdvihadlová atd.

Označení: STANDARD 6×37 FC, EN 12385-4



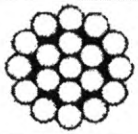
Konstrukce: Lano s velkým počtem drátů (6 pramenů po 37 drátech, celkem 222 drátů + sisálová duše), dráty jsou poměrně malých průměrů.

Vlastnosti: Lano se používá tam, kde je zvláštní požadavek na ohebnost, např. přes kladky, kotouče a bubny malých průměrů.

Příklad využití: lana jeřábová, rypadlová atd.

Lana pro ostatní použití

Označení: 1×19, EN 12385-4

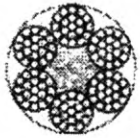


Konstrukce: Lano jednopramenné

Vlastnosti: ohebné a pružné lano

Příklad využití: používá se jako výplň kabelů, nosné lano kabelů, bowdeny a jiné podobné účely

Označení: STANDARD 6×19 FC, EN 12385-4



Konstrukce: Lano se středním počtem drátů (6 pramenů po 19 drátech, celkem tedy 114 drátů + sisálová duše).

Vlastnosti: Lano je středně ohebné, snese ohyby přes kladky středních průměrů a přitom má poměrně velký průměr drátů odolných proti otěru.

Příklad využití: lana vrátková, posunovací, montážní, výtahová.

Označení: STANDARD 6×19 IWRC, EN 12385-4

Konstrukce: Lano se středním počtem drátů (6 pramenů po 19 drátech, celkem tedy 114 drátů + ocelová duše).

Vlastnosti: Lano je středně ohebné, snese ohyby přes kladky středních průměrů a přitom má poměrně velký průměr drátů odolných proti otěru.

Příklad využití: lana vrátková, posunovací, montážní, upínací, výtahová.

Lana nerezová

Označení: 7×7 STAINLESS, EN 12385-4

Konstrukce: Lano s malým počtem drátů (6 pramenů po 7 drátech, celkem tedy 42 drátů + ocelová duše). Nerez AISI 316

Vlastnosti: Lano je méně ohebné, proto vyžaduje kladky a bubny poměrně větších průměrů.

Příklad využití: všude kde je lano vystaveno nežádoucím vlivům

Označení: 7×19 STAINLESS, EN 12385-4

Konstrukce: Lano se středním počtem drátů (6 pramenů po 19 drátech, celkem tedy 114 drátů + ocelová duše). Nerez AISI 316

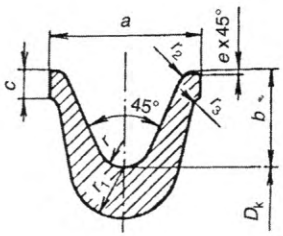
Vlastnosti: Lano je středně ohebné, snese ohyby přes kladky středních průměrů a přitom má poměrně velký průměr drátů odolných proti otěru.

Příklad využití: všude kde je lano vystaveno nežádoucím vlivům

KLADKY A BUBNY PRO OCELOVÁ LANA

Výběr z ČSN 27 1820
Účinnost od 1. 7. 1957

Drážky a věnce litých kladek



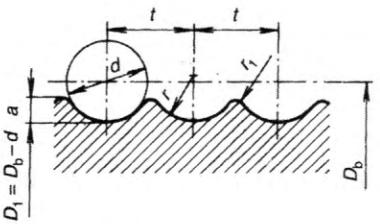
Silně vytažené obrysy značí obrobené plochy.

Rozměry v mm

Drážka kladky		Průměr lana	Rozměry						
označení	poloměr r	d	a	b	c	e	r_1	r_2	r_3
1	2,0	3,55; 4	15	10,0	4,0	–	5	1,5	1,0
2	2,7	4,5; 5	18	12,5	4,0	–	6	2,0	1,0
3	3,5	6,3	22	15,0	5,0	–	8	2,5	1,5
4	5,0	8; 9; 9,5	28	18,0	6,0	0,5	10	2,5	1,5
5	6,0	10; 10,6; 11,2	32	22,0	7,0	0,5	10	2,5	2,0
6	6,5	11,8	34	24,0	7,0	1,0	10	2,5	2,0
7	7,0	12,5; 13,2	36	25,0	7,0	1,0	11	3,0	2,0
8	7,5	14	38	26,0	7,5	1,0	12	3,0	2,5
9	8,5	15; 16	45	30,0	8,0	1,0	14	4,0	2,5
10	9,5	17; 18	50	32,0	9,0	1,0	16	4,0	3,5
11	10,6	19; 20	54	36,0	10,0	1,0	18	5,0	4,0
12	11,8	21,2; 22,4	60	39,0	10,0	1,5	20	5,0	4,0
13	13,2	23,6; 25	64	43,0	11,0	1,5	22	6,0	4,0
14	15,0	26,5; 28	72	50,0	12,0	1,5	24	6,0	4,0
15	17,0	30; 31,5	82	54,0	12,0	1,5	27	6,0	4,0
16	19,0	33,5; 35,5	92	63,0	14,0	1,5	30	6,0	4,5
17	21,2	37,5; 40	100	67,5	14,0	1,5	34	6,0	4,5
18	24,0	42,5; 45	110	77,5	16,0	2,0	38	7,0	5,0
19	27,0	47,5; 50	125	85,0	18,0	2,5	40	8,0	6,0

Poznámky:

1. Uvedené hodnoty platí pro kladky jeřábů, zdvihadel a výtahů.
2. Drsnost povrchu vnitřních ploch drážky *Ra* 1,6 až 3,2 μm.



Buben

Rozměry v mm

r	Průměr lana d	a	t	r_1*)
2,0	3,55; 4	1,5	4,5	0,5
2,7	4,5; 5	2,0	6,0	0,5
3,5	6,3	2,5	7,5	0,5
5,0	8; 9; 9,5	3,0	10,5	1,0
6,0	10; 10,6; 11,2	3,5	12,5	1,0
6,5	11,8	3,5	13,0	1,0
7,0	12,5; 13,2	4,0	15,0	2,0
7,5	14	4,0	16,0	2,0
8,5	15; 16	5,0	18,0	2,0
9,5	17; 18	5,5	20,0	2,5
10,6	19; 20	6,0	22,0	2,5
11,8	21,2; 22,4	6,5	25,0	3,5
13,2	23,6; 25	7,5	27,5	3,5
15,0	26,5; 28	8,5	31,0	3,5
17,0	30,0; 31,5	9,0	35,0	4,5
19,0	33,5; 35,5	10,5	40,0	5,5
21,2	37,5; 40	12,0	45,0	6,0
24,0	42,5; 45	13,0	50,0	6,5
27,0	47,5; 50	14,0	55,0	6,5

*) Hodnoty r_1 jsou zaokrouhlené pro úsporu měřidel a nástrojů. V některých případech vzniká hrana na styku poloměrů r a r_1 a musí být zaoblena.

Poznámky:

1. Uvedené hodnoty platí pro bubny jeřábů, zdvihadel a výtahů.
2. Drsnost povrchu drážek *Ra* 1,6 až 3,2 μm.

VÝPOČET OCELOVÝCH LAN PRO JEŘÁBY A ZDVIHADLA

Výběr z ČSN 27 0100
Účinnost od 1. 5. 1978

Maximální dovolené zatížení lana:

$$F_D = \frac{F_P}{k} \geqq F,$$

kde F_P je jmenovitá pevnost lana (N),
F – zatížení lana (N),
k – bezpečnost lana.

Bezpečnost k

k	Druh lana
3	nosná – přenosných lanových jeřábů (stavebních)
3,5	nosná – stabilních lanových jeřábů
3,7	kotevní
4,1	ručních jeřábů a zdvihadel
4,1	kladkostrojů s motorickým pohonem
5	drapáková, tažné lano kočky

Pro lana, u nichž dochází ke střídavému ohybu, se zvyšuje součinitel bezpečnosti k o 0,7.
Zatížení svislého lana:

$$F = \frac{Q + G}{z \,.\, n} \cdot \frac{g}{\eta} \quad \text{(N)},$$

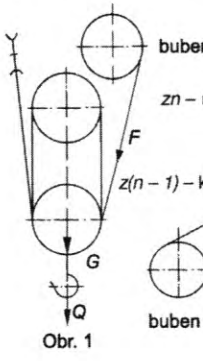
kde Q je hmotnost normového břemena, tj. břemena rovnajícího se nosnosti jeřábu nebo zdvihacího zařízení,
G – hmotnost částí zvedaných současně s břemenem (kladnice, traversa, kleště apod.),
z – počet větví lanového převodu (větev lanového převodu je část lana, jejíž začátek je na bubnu, vedená přes jednu nebo více kladek a končící v pevném úvazku nebo na vyrovnávací kladce),
n – počet nosných průřezů v jedné větvi lanového převodu,
η – účinnost lanového převodu:

$$\eta = \frac{1 - \eta_1^n}{n \,.\, (1 - \eta_1)} \quad \text{– uspořádání podle obr. 1}$$

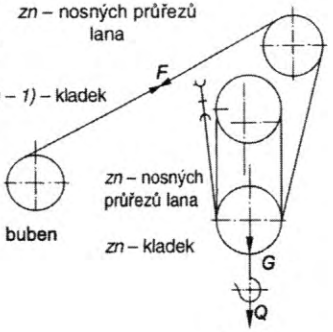
nebo

$$\eta = \eta_1 \cdot \frac{1 - \eta_1^n}{n \,.\, (1 - \eta_1)} \quad \text{– uspořádání podle obr. 2}$$

η_1 je účinnost jedné kladky na pevné ose.



Obr. 1



Obr. 2

Celková účinnost lanových převodů

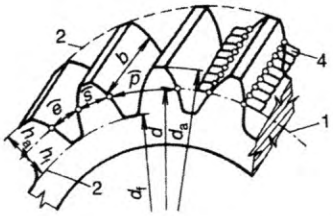
Uspořádání podle obr. 1						
n	2	3	4	5	6	8
η_A	0,98	0,96	0,94	0,92	0,91	0,87
η_B	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,93
Uspořádání podle obr. 2						
n	2	3	4	5	6	8
η_A	0,94	0,92	0,90	0,89	0,87	0,84
η_B	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,91

η_A – kladky v kluzných ložiskách $\eta_1 = 0{,}96$,
η_B – kladky ve valivých ložiskách $\eta_1 = 0{,}98$

Při volbě lana je třeba postupovat podle ČSN 02 4300 a podle údajů uvedených v normách ocelových lan. Doporučuje se používat lan se jmenovitou pevností drátů 1 570 MPa.

PŘEVODY OZUBENÝMI KOLY
Výpočet čelních ozubených kol

Výběr z ČSN 01 4686-1 až 5
Účinnost od 1. 1. 1989



Význam symbolů:
d – průměr roztečné kružnice, d_a – průměr hlavové kružnice, d_f – průměr patní kružnice, $\widehat{p}$ – rozteč zubů, $\widehat{s}$ – tloušťka zubu, $\widehat{e}$ – šířka zubové mezery, b – šířka ozubení, h_a – výška hlavy zubu, h_f – výška paty zubu, h – výška zubu, *1* – roztečná (valivá) kružnice, *2* – hlavová kružnice, *3* – patní kružnice, *4* – roztečný (valivý) válec.

Čelní ozubená kola s přímými zuby

Geometrické veličiny čelních kol a soukolí s přímými zuby

Skupina	Název	Označení	Soukolí V[3])	Soukolí N
Základní údaje	Převodové číslo	u	$u = n_1/n_2 = z_2/z_1 = d_2/d_1 = T_2/(T_1\eta_m)$	
	Úhel profilu	α	20° (normalizovaný)	
	Modul	m	z výpočtu únosnosti	
	Počet zubů	z	z_1 zvoleno, $z_2 = z_1 u$	
	Jednotkové posunutí	x	$x_{1,2}$ se volí (viz dříve uvedené vztahy)	
Parametry kol	Rozteč	p	$p = \pi m$	
	Základní rozteč	p_b	$p_b = p\cos\alpha$	
	Výška hlavy zubu[2])	h_o	$h_{o1,2} = m(h_o^* + x_{1,2} - \Delta y)$	$h_{o1,2} = mh_o^*$
	Výška paty zubu	h_f	$h_{f1,2} = m(h_f^* - x_{1,2})$	$h_{f1,2} = mh_f^*$
	Výška zubu	h	$h_{1,2} = h_{o1,2} + h_{f1,2}$	
	Průměr roztečné kružnice	d	$d_{1,2} = mz_{1,2}$	
	Průměr základní kružnice	d_b	$d_{b1,2} = d_{1,2}\cos\alpha$	
	Průměr hlavové kružnice[2])	d_a	$d_{a1,2} = d_{1,2} + 2m(h_a^* + x_{1,2} - \Delta y)$	$d_{a1,2} = d_{1,2} + 2mh_a^*$
	Průměr patní kružnice	d_f	$d_{f1,2} = d_{1,2} - 2m(h_f^* - x_{1,2})$	$d_{f1,2} = d_{1,2} - 2mh_f^*$
	Průměr valivé kružnice	d_w	$d_{w1} = 2a_w/(u+1)$; $d_{w2} = 2a_w - d_{w1}$	$d_{w1,2} = d_{1,2}$
	Tloušťka zubu (na roztečné kružnici)	s	$s_{1,2} = m(\pi/2 + 2x_{1,2}\operatorname{tg}\alpha)$	$s_{1,2} = m\pi/2$
Parametry soukolí	Teoretická vzdálenost os	a	$a = (d_1 + d_2)/2 = m(z_1 + z_2)$	
	Skutečná vzdálenost os	a_w	$a_w = a\cos\alpha/\cos\alpha_w$	$a_w = a$
	Provozní úhel záběru[1])	α_w	$\operatorname{inv}\alpha_w = \dfrac{2(x_1 \pm x_2)\operatorname{tg}\alpha}{z_2 \pm z_1} + \operatorname{inv}\alpha$	$\alpha_w = \alpha$
	Součet jednotkových posunutí	x_Σ	$x_\Sigma = x_1 + x_2 - \dfrac{\operatorname{inv}\alpha_w - \operatorname{inv}\alpha}{2\operatorname{tg}\alpha}(z_1 + z_2)$	$x_1 = x_2 - x_\Sigma = 0$
	Součinitel přisunutí	Δy	$\Delta y = (x_1 + x_2) - (a_w - a)/m$	$\Delta y = 0$
	součinitel záběru[1])	ε_α	$\varepsilon_\alpha = \dfrac{\sqrt{d_{a1}^2 - d_{b1}^2} \pm \sqrt{d_{a2}^2 - d_{b2}^2} - 2a_w\sin\alpha_w}{2p_b}$	

[1]) Znaménka mínus platí pro vnitřní soukolí. U vnitřních soukolí mají záporná znaménka z_2, d_2, d_{w2}, d_{a2}, d_{f2}, d_{b2}, x_2, a, a_w.

[2]) U vnitřních soukolí může docházet k interferenci, proto se výška hlavy kola snižuje o
$km \geqq 0{,}5(d_{a2} + \sqrt{d_2^2 + d_1^2\sin^2\alpha + 2d_1d_2\sin^2\alpha})$
pak $h_{a2} = m(h_a^* + x_2 - k)$ a zmenšený průměr hlavové kružnice $d_{a2} = d_2 + 2m(h_a^* + x_2 - k - \Delta y)$. Je-li součinitel snížení hlavy $k > 0$, hlava se snižuje, při $k \leqq 0$ není nutné. Podmínka pro montáž vnitřního ozubení je $|z_2| - z_1 \geqq 15$.

[3]) Uvedené vzorce pro V-soukolí možno použít i pro VN-soukolí, položí-li se $x_2 = -x_1$.

Přehled soukolí podle posunutí profilu

Kolo	Označení	Počet zubů		Posunutí		Vzdálenost os	Označení soukolí
		nejmenší korekce	Merrit	nejmenší korekce	Merrit		
malé	N	$z_1 \geqq 14$	$z_1 \geqq 30$	$xm = 0$	$xm = 0$	$a = m(z_1 + z_2)/2$ (nemění se)	N
velké	N	$z_2 \geqq 14$	$z_2 \geqq 30$	$xm = 0$	$xm = 0$		
malé	+V	$z_1 < 14$	$z_1 < 30$	$+x_1m$	$+x_1m$	$a = m(z_1 + z_2)/2$ (nemění se)	VN
velké	−V	$z_2 \geqq 14$	$z_2 \geqq 30$	$-x_1m$	$-x_1m$		
		$z_1 + z_2 \geqq 28$	$z_1 + z_2 \geqq 60$	$x_1 = \frac{14 - z_1}{17}$	$x_1 = 0{,}4[1 - (z_1/z_2)]$ $x_1 = 0{,}02 \,.\, (30 - z_1)$		
malé	+V	$z_1 < 14$	$z_1 < 30$	$+x_1m$	$+x_1m$	provozní valivá vzdálenost os $a_w = a + ym = a + (x_1 + x_2)m - \Delta ym$	V
velké	N	$z_2 \geqq 14$	$z_2 \geqq 30$	$x_2m = 0$	$x_2m = 0$		
	+V	$z_2 < 14$	$z_2 < 30$	$+x_2m$	$+x_2m$		
		$z_1 + z_2 < 28$	$z_1 + z_2 < 60$	$x = \frac{14 - z}{17}$	$x = 0{,}02 \,.\, (30 - z_1)$		

Maximální hodnoty jednotkových posunutí x_1 a x_2 při $\varepsilon_\alpha = 1,2$

z_2 (z_{v2})	z_1 (z_{v1}) 12		15		18		22		28		34		42		50		Požadavek
	x_1	x_2	x_1	x_2	x_1	x_2	x_1	x_2	x_1	x_2	x_1	x_2	x_1	x_2	x_1	x_2	
12	0,38 0,48 0,36	0,38 0,23 0,36															A B C
15	0,30 0,53 0,43	0,50 0,22 0,34	0,45 0,58 0,44	0,45 0,28 0,44													A B C
18	0,30 0,57 0,49	0,61 0,25 0,35	0,34 0,64 0,48	0,64 0,29 0,46	0,54 0,72 0,54	0,54 0,34 0,54											A B C
22	0,30 0,62 0,53	0,66 0,28 0,38	0,38 0,73 0,55	0,75 0,32 0,54	0,60 0,81 0,60	0,64 0,38 0,63	0,68 0,95 0,67	0,68 0,39 0,67									A B C
28	0,30 0,70 0,57	0,88 0,26 0,38	0,36 0,79 0,60	1,04 0,35 0,63	0,40 0,89 0,63	1,02 0,38 0,72	0,59 1,04 0,71	0,94 0,40 0,81	0,86 1,26 0,85	0,86 0,42 0,85							A B C
34	0,30 0,76 0,60	1,03 0,22 0,53	0,13 0,83 0,63	1,42 0,34 0,72	0,30 0,93 0,67	1,30 0,37 0,82	0,48 1,08 0,74	1,20 0,38 0,90	0,86 1,30 0,86	1,08 0,38 1,00	1,01 1,38 1,00	1,01 0,34 1,00					A B C
42	0,30 0,75 0,63	1,30 0,21 0,67	0,20 0,92 0,68	1,53 0,32 0,88	0,29 1,02 0,68	1,48 0,36 0,94	0,40 1,18 0,76	1,48 0,38 1,03	0,72 1,24 0,88	1,33 0,31 1,12	0,90 1,31 1,00	1,30 0,27 1,16	1,17 1,35 1,15	1,17 0,20 1,15			A B C
50	0,30 0,50 0,63	1,43 0,16 0,77	0,25 0,97 0,66	1,65 0,31 1,02	0,32 1,05 0,70	1,63 0,36 1,11	0,43 1,22 0,76	1,60 0,42 1,17	0,64 1,22 0,91	1,60 0,25 1,26	0,80 1,25 1,00	1,58 0,20 1,31	1,11 1,30 1,16	1,41 0,12 1,31	1,34 1,34 1,31	1,34 0,04 1,31	A B C
65	0,30 0,55 0,64	1,69 0,35 1,00	0,26 0,80 0,67	1,87 0,24 1,22	0,41 1,10 0,71	1,89 0,40 1,35	0,53 1,17 0,76	1,80 0,36 1,14	0,70 1,19 0,88	1,84 0,20 1,56	0,83 1,33 0,99	1,79 0,15 1,55	1,05 1,25 1,17	1,75 0,02 1,59	1,32 1,28 1,32	1,60 0,05 1,58	A B C
80	0,30 0,54 0,65	1,96 0,54 1,18	0,30 0,73 0,67	2,14 0,15 1,36	0,48 1,14 0,71	2,08 0,40 1,61	0,61 1,15 0,76	1,99 0,26 1,73	0,75 1,16 0,87	2,04 0,12 1,85	0,89 1,19 0,98	1,97 0,07 1,81	1,09 1,20 1,14	1,95 0.06 1,86	1,26 1,21 1,28	1,89 0,15 1,84	A B C
100	0,30 0,53 0,65	2,90 0,76 1,42	0,36 0,71 0,66	2,32 0,22 1,70	0,52 1,00 0,71	2,31 0,28 1,90	0,65 1,12 0,76	2,19 0,22 1,98	0,80 1,14 0,86	2,26 0,08 2,12	0,84 1,15 0,97	2,22 0,01 2,15	1,12 1,15 1,12	2,20 0,14 2,18	1,28 1,14 1,20	2,13 0,22 2,09	A B C

A – požadavek vysoké únosnosti v dotyku; B – požadavek vysoké únosnosti v ohybu; C – požadavek vysoké odolnosti vůči opotřebení (vyrovnání měrných skluzů). Při uplatňování požadavku A a B je vhodné pro lepší plynulost záběru snížit x_1 a x_2 z extrémních hodnot. Pro větší ε_α se volí nižší hodnoty x_1 a x_2.

ČELNÍ OZUBENÁ KOLA SE ŠIKMÝMI ZUBY

Přehled geometrických veličin čelních soukolí se šikmými zuby (u vnitřních ozubení nutno brát záporně: u, z_2, a, a_w, d_2, d_{a2}, d_{f2}, d_{b2}, d_{w2}). Dáno: m_n, u, α_n, z_1, β nebo a_w, x_1, x_2

	Název	Označení	Soukolí V	Soukolí N
Veličiny kol	virtuální počet zubů	z_v	$z_{v1,2} = z_{1,2}/\cos^3 \beta$	
	čelní modul	m_t	$m_t = m_n/\cos \beta$	
	normálná rozteč	p_n	$p_n = \pi m_n = p_t \cos \beta$	
	čelní rozteč	p_t	$p_t = \pi m_t = \pi d_{1,2}/z_{1,2}$	
	základní rozteč	p_{tb}	$p_{tb} = \pi d_{b1,2}/z_{1,2} = p_t \cos \alpha_t = \pi m_t \cos \alpha_t$	
	čelní úhel záběru	α_t	$\operatorname{tg} \alpha_t = \operatorname{tg} \alpha_n/\cos \beta$	
	průměr roztečné kružnice	d	$d_{1,2} = z_{1,2} m_n/\cos \beta$	
	průměr základní kružnice	d_b	$d_{b1,2} = d_{1,2} \cos \alpha_t$	
	průměr hlavové kružnice	d_a	$d_{a1,2} = d_{1,2} + 2m_n(1 + x_1 - \Delta y)$	$d_{a1,2} = d_{1,2} + 2m_n$
	průměr patní kružnice	d_f	$d_{f1,2} = d_{1,2} - 2m_n(1 + c^* - x_1)$	$d_{f1,2} = d_{1,2} - 2m_n(1 + c^*)$
	průměr valivé kružnice	d_w	$d_{w1} = 2a_w/(u + 1)$; $d_{w2} = 2a_w - d_{w1}$	$d_{w1,2} = d_{1,2}$
	tloušťka zubu (na roztečné kružnici)	s_t	$s_{t1,2} = p_t/2 + 2x_{1,2} m_n \operatorname{tg} \alpha_n$	$s_t = p_t/2$
Veličiny soukolí	teoretická vzdálenost os	a	$a = \dfrac{d_1 + d_2}{2} = \dfrac{z_1 m_n}{2 \cos \beta}(u + 1)$	
	skutečná vzdálenost os	a_w	$a_w = a \cos \alpha_t/\cos \alpha_{tw}$	$a_w = a$
	úhel sklonu zubu[1])	β	$\cos \beta = \dfrac{(z_1 + z_2) m_n}{2a_w} \dfrac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_{tw}}$	$\cos \beta = \dfrac{(z_1 + z_2) m_n}{2a}$
	úhel sklonu zubu na základním válci	β_b	$\sin \beta_b = \sin \beta \cos \alpha_n$	
	provozní úhel záběru	α_{tw}	$\cos \alpha_{tw} = \dfrac{m_t(z_1 + z_2)}{2a_w} \cos \alpha_t$	$\alpha_{tw} = \alpha_t$
	součet jednotkových posunutí	x_Σ	$x_\Sigma = x_1 + x_2 = \dfrac{\operatorname{inv} \alpha_{tw} - \operatorname{inv} \alpha_t}{2 \operatorname{tg} \alpha_n}(z_1 + z_2)$	$x_\Sigma = x_1 = x_2 = 0$
	součinitel přisunutí	Δy	$\Delta y = (x_1 + x_2) - (a_w - a)/m_n$	$\Delta y = 06$
	součinitel záběru profilu[2])	ε_α	$\varepsilon_\alpha = \dfrac{\sqrt{d_{a1}^2 - d_{b1}^2} \pm \sqrt{d_{a2}^2 - d_{b2}^2} - 2a_w \sin \alpha_{tw}}{2p_{tb}}$	
	součinitel kroku	ε_β	$\varepsilon_\beta = \dfrac{b_w \sin \beta}{\pi m_n}$; b_w – výpočtová (společná) šířka	

[1]) Je-li zadaná vzdálenost os

[2]) Znaménko (−) platí pro vnitřní soukolí

Význam symbolů:
m_n – normálný modul (viz tab. „Výběr normalizovaných modulů"), m_t – čelní modul ($m_t = m_n/\cos \beta$), d_b – průměr základní kružnice, α_n – normálný úhel záběru (normalizovaný $\alpha_n = 20°$), α_t – čelní úhel záběru ($\operatorname{tg} \alpha_t = \operatorname{tg} \alpha_n/\cos \beta$).

Únosnost ozubení čelních ozubených kol

Únavová únosnost
napětí v dotyku při ideálním zatížení přesných zubů ($K_H = 1$)

$$\sigma_{H0} = Z_E Z_H Z_\varepsilon \sqrt{\frac{F_t}{b_w d_1} \cdot \frac{u+1}{u}},$$

kde: F_t – obvodová síla na roztečné kružnici, $F_t = \frac{2M_{k1}}{d_1}$
M_{k1} – točivý moment na pastorku,
d_1 – průměr roztečné kružnice pastorku,
b_w – šířka ozubení na roztečné (valivé) kružnici,
$u = \frac{z_2}{z_1}$
součinitel tvaru zubů Z_H,
součinitel mechanických vlastností materiálů Z_E,
součinitel součtové délky dotykových křivek boků zubů Z_ε,

výpočtové napětí v dotyku

$$\sigma_H = \sigma_{H0} \sqrt{K_H},$$

součinitel přídavných zatížení

$$K_H = K_A K_v K_{H\alpha} K_{H\beta},$$

kde: v – obvodová rychlost na roztečné kružnici ($m \cdot s^{-1}$)
K_P, K_Q – pomocné součinitele,
součinitel podílu zatížení jednotlivých zubů na dotyk $K_{H\alpha}$,
součinitel nerovnoměrnosti zatížení zubu podél šířky pro dotyk $K_{H\beta}$,

součinitel vnějších dynamických sil K_A,

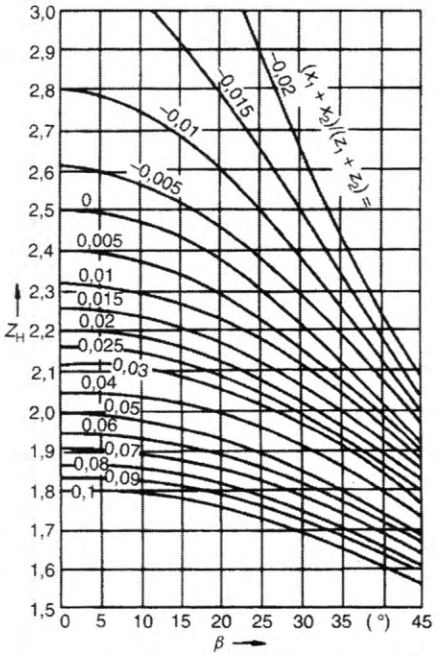
součinitel rychlosti

$$K_v = 1 + \left(\frac{K_P \cdot b_w}{K_A \cdot F_t} + K_Q\right) \frac{z_1 \cdot v}{100} \sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}},$$

bezpečnost proti tvorbě pittingů

$$S_{H1,2} \approx \frac{\sigma_{H\,lim\,1,2}}{\sigma_H} Z_L Z_R Z_V \geqq 1{,}1 \text{ až } 1{,}2,$$

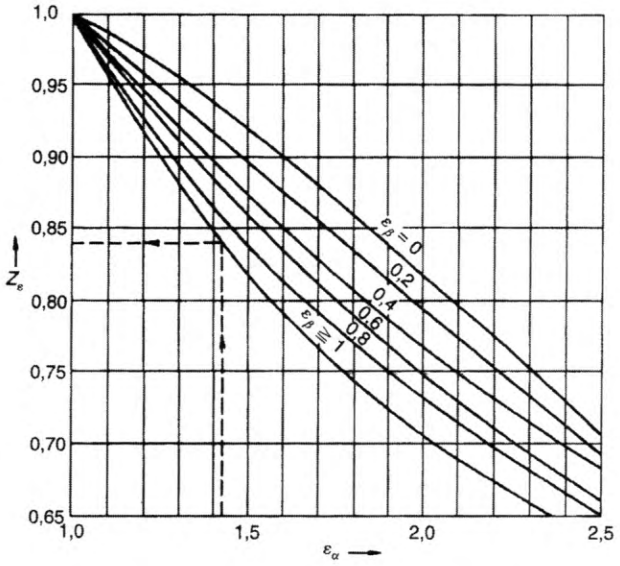
kde: $\sigma_{H\,lim}$ – mez únavy v dotyku
$Z_L Z_R Z_V = 0{,}85$ až $0{,}95$ pro netvrzená kola
$Z_L Z_R Z_V = 1$ pro tvrzená a broušená kola.



Součinitel tvaru zubů pro dotyk Z_H pro $\alpha_w = 20°$

Součinitel mechanických vlastností materiálů spoluzabírajících ozubených kol

Pastorek			Kolo			Z_E ($MPa^{1/2}$)
materiál	E_1 (MPa)	ν_1	materiál	E_2 (MPa)	ν_2	
ocel	$2{,}1 \cdot 10^5$	0,3	ocel	$2{,}1 \cdot 10^5$	0,3	190
			ocel na odlitky	$2{,}0 \cdot 10^5$		189
			tvárná litina	$1{,}7 \cdot 10^5$		181
			litý Sn bronz	$1{,}0 \cdot 10^5$		155
			tvářený Sn bronz	$1{,}1 \cdot 10^5$		160
ocel na odlitky	$2{,}0 \cdot 10^5$		ocel na odlitky	$2{,}0 \cdot 10^5$		188
			tvárná litina	$1{,}7 \cdot 10^5$		181
tvárná litina	$1{,}7 \cdot 10^5$		tvárná litina	$1{,}7 \cdot 10^5$		174



Součinitel součtové délky dotykových křivek boků zubů Z_ε

Orientační hodnoty součinitele K_A

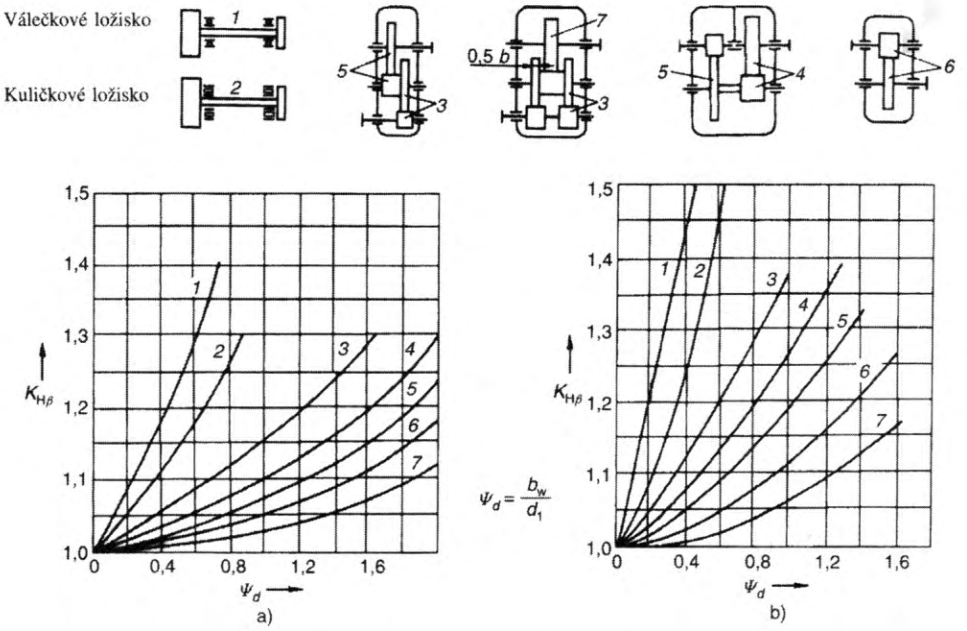
Zatěžování převodovky hnacím strojem	Zatěžování převodovky hnaným (pracovním) strojem			
	plynulé	s malou nerovnoměrností	se střední nerovnoměrností	s velkou nerovnoměrností
plynulé	1,0	1,25	1,5	1,75
s malou nerovnoměrností	1,1	1,35	1,6	1,85
se střední nerovnoměrností	1,25	1,50	1,75	2,0
s velkou nerovnoměrností	1,5	1,75	2,0	2,25

Pomocní součinitele K_P a K_Q v závislosti na stupních přesnosti

Stupeň přesnosti podle ČSN ISO 1328-1 (01 4682)	K_P		K_Q		$\left(\frac{z_1 v}{100}\sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}}\right)$ mezní	
	ozubení přímé	ozubení šikmé $\varepsilon_\beta \geqq 1$	ozubení přímé	ozubení šikmé $\varepsilon_\beta \geqq 1$	ozubení přímé	ozubení šikmé $\varepsilon_\beta \geqq 1$
3	2,15	1,91	0,019 3	0,008 7	10	8
4	3,91	3,48			10	8
5	7,51	6,68			10	8
6	14,94	13,30			10	8
7	26,81	23,87			10	8
8	39,07	34,79			7	5,7
9	52,85	47,06			5	4,3
10	76,60	68,21			3,6	3
11	102,64	91,40			2,3	2
12	146,31	130,28			1,5	1,3

Součinitele podílu zatížení jednotlivých zubů $K_{H\alpha}$, $K_{F\alpha}$

Měrné zatížení $F_t/(b_w K_A)$			> 100 N . mm^{-1}							≦ 100 N . mm^{-1}
Stupeň přesnosti podle ČSN ISO 1328-1 (01 4682)			6 (5)	7 (6)	8 (7)	9 (8)	10 (9)	11 (10)	12 (11 až 12)	≧6 ≧(5)
Kola cementovaná, nitridovaná, karbonitridovaná nebo povrchově kalená	ozubení přímé	$K_{H\alpha}$	1,0		1,1	1,2	$1/Z_\varepsilon^2 \geqq 1,2$			
		$K_{F\alpha}$					$1/Y_\varepsilon^2 \geqq 1,2$			
	ozubení šikmé	$K_{H\alpha}$	1,0	1,1	1,2	1,4	$\varepsilon_\alpha/\cos^2\beta_b \geqq 1,4$			
		$K_{F\alpha}$								
Kola netvrzená	ozubení přímé	$K_{H\alpha}$	1,0			1,1	1,2	$1/Z_\varepsilon^2 \geqq 1,2$		
		$K_{F\alpha}$						$1/Y_\varepsilon^2 \geqq 1,2$		
	ozubení šikmé	$K_{H\alpha}$	1,0		1,1	1,2	1,4	$\varepsilon_\alpha/\cos^2\beta_b \geqq 1,4$		
		$K_{F\alpha}$								



Schémata a diagramy pro stanovení orientačních hodnot $K_{H\beta}$. Čísla u křivek odpovídají uvedeným schematům uspořádání ozubeného převodu
a) pro tvrdost boku zubů pastorku nebo kola $V_{HV} \leqq 350$ HV
b) pro tvrdost boku zubů pastorku nebo kola $V_{HV} > 350$ HV

Doporučené hodnoty $\psi_d = b_w/d_1$ a $\psi_m = b_w/m_n$ pro oboustranně symetricky uložená soukolí

Tepelné zpracování	$\psi_{d\max}$	ψ_m			
		u			
		1	2	4	8
obě kola normalizačně žíhaná	1,6	51 až 96	46 až 88	40 až 80	35 až 72
obě kola zušlechtěná	1,4	45 až 84	41 až 77	35 až 70	31 až 63
pastorek povrchově tvrzený (mimo nitridaci), kolo povrchově netvrzené	1,4	31 až 55	28 až 50	24 až 45	21 až 40
obě kola povrchově tvrzená (s výjimkou nitridace)	1,1	17 až 26	15 až 23	13 až 20	11 až 18
obě kola nitridovaná	0,8	19 až 32	17 až 28	15 až 25	13 až 21

Doporučené hodnoty $\psi_d = b_w/d_1$ a $\psi_m = b_w/m_n$ pro oboustranně nesymetricky uložená soukolí

	$\psi_{d\max}$	ψ_m			
		u			
		1	2	4	8
oba kola normalizačně žíhaná	1,3	41 až 78	38 až 72	32 až 65	29 až 59
obě kola zušlechtěná	1,1	35 až 66	32 až 61	28 až 55	24 až 50
pastorek povrchově tvrzený (mimo nitridaci), kolo povrchově netvrzené	1,1	24 až 47	24 až 43	21 až 39	18 až 35
obě kola povrchově tvrzená (s výjimkou nitridace)	0,9	19 až 29	17 až 26	14 až 23	12 až 20
obě kola nitridovaná	0,6	14 až 24	13 až 21	11 až 18	10 až 16

Doporučené hodnoty $\psi_d = b_w/d_1$ a $\psi_m = b_w/m_n$ pro letmo uložená soukolí

	$\psi_{d\max}$	ψ_m			
		u			
		1	2	4	8
oba kola normalizačně žíhaná	0,8	26 až 48	23 až 44	20 až 40	18 až 36
obě kola zušlechtěná	0,7	22 až 42	20 až 39	18 až 35	15 až 32
pastorek povrchově tvrzený (mimo nitridaci), kolo povrchově netvrzené	0,7	15 až 28	14 až 25	12 až 22	11 až 20
obě kola povrchově tvrzená (s výjimkou nitridace)	0,6	9 až 14	8 až 13	7 až 11	6 až 10
obě kola nitridovaná	0,4	10 až 16	8 až 14	7 až 12	6 až 10

Meze únavy v dotyku $\sigma_{H\,lim}$ odpovídající bázovému počtu zatěžovacích cyklů $N_{H\,lim}$

Skupina materiálů	Způsob tepelného nebo chemicko-tepelného zpracování	Hloubka tvrzené vrstvy (orientační)	Tvrdost		Mez únavy v dotyku (bázová hodnota) $\sigma_{H\,lim}$	Bázový počet zatěžovacích cyklů $N_{H\,lim}$	Exponent Wöhlerovy křivky q_H
			v jádře zubu J_{HV}[2])	na boku zubu V_{HV}			
Tvárná litina	bez tepelného zpracování nebo normalizačně žíhaná nebo zušlechtěná	–	170 až 370		$2V_{HV} + 50$	$50 . 10^6$	10
Konstrukční ocel tvářená i litá	normalizačně žíhaná	–	100 až 230		$2V_{HV} + 70$	$50 . 10^6$	10
Konstrukční ocel ušlechtilá tvářená i litá	normalizačně žíhaná nebo zušlechtěná	–	100 až 360		$2V_{HV} + 120$	$50 . 10^6$	10
	zušlechtěná nebo normalizačně žíhaná; ovrchově kalená	$0{,}2m_n$; ($m_n < 10$)	180 až 250	500 až 670	$V_{HV} + 540$	$100 . 10^6$	10
		$0{,}15m_n$; ($m_n \geqq 10$)	>250		$V_{HV} + 560$		
Konstrukční ocel legovaná vhodná k nitridaci (nelegovaná Al)	zušlechtěná; nitridovaná	$0{,}1m_n$	200 až 265	450 až 650[1])	$V_{HN} + 380$	$100 . 10^6$	10
			265 až 320		$V_{HV} + 430$		
			250 až 290	600 až 850[1])	$V_{HV} + 430$		
			290 až 320		$V_{HV} + 480$		
Konstrukční ocel legovaná (C < 0,4 %)	nitrocementovaná; kalená	$0{,}1m_n$	>400	600 až 800	$1{,}2V_{HV} + 550$	$100 . 10^6$	10
Konstrukční ocel uhlíková k cementaci	cementovaná; kalená	$0{,}15m_n$	130 až 200	650 až 750	$1{,}2V_{HV} + 380$	$100 . 10^6$	10
Konstrukční ocel legovaná k cementaci			240 až 320		$1{,}2V_{HV} + 490$		
			320 až 400		$1{,}2V_{HV} + 550$		
			>400		$1{,}2V_{HV} + 650$		
Konstrukční ocel ušlechtilá	normalizačně žíhaná nebo zušlechtěná; karboniridovaná	–	130 až 200	–	$2J_{HV} + 240$	$100 . 10^6$	10
			200 až 240		800		

[1]) HV3

[2]) Tvrdost J_{HV} = číselná hodnota tvrdosti v jádře zubu ve středu jeho výšky

Statická únosnost

největší napětí v dotyku

$$\sigma_{H\,max} = \sigma_{HO} \sqrt{\frac{F_{t\,max} \cdot k_H}{F_t}},$$

jednorázové maximální zatížení, lze volit

$$F_{t\,max} \geqq 2F_t.$$

Vždy je

$$\frac{F_{t\,max}}{F_t} > K_A,$$

soukolí je provozuschopné platí-li

$$\sigma_{H\,max} \leqq \sigma_{HP\,max}.$$

Volba dovoleného napětí v dotyku při max. zatížení

kola cementovaná, nitrocementovaná nebo povrchově kalená	$\sigma_{HP\,max} = 4V_{HV}$
kola nitridovaná	$\sigma_{HP\,max} = 3V_{VH}$
kola ostatní (měkká)	$\sigma_{HP\,max} = 2{,}8R_e$ $\sigma_{HP\,max} = 2{,}8R_p0{,}2$

Hodnoty V_{HV}, R_e, $R_p0{,}2$.

Tolerance uložení a hlavového průměru ozubených kol

Stupeň přesnosti	5 a 6	7 a 8	9 a 10	11 a 12
Vrtání náboje	IT6	IT7	IT8	IT8
Průměry hřídele v ložiskách	IT5	IT6	IT7	IT8
Hlavový průměr kola	IT8	IT8	IT9	IT11

Tolerance axiálního a radiálního házení (μm)

Průměr roztečné kružnice d (mm)	Stupeň přesnosti ozubení		
	5 a 6	7 a 8	8 až 12
do 125	11	18	28
125 až 500	14	22	36
500 až 800	20	32	36
800 až 1 600	28	45	71
1 600 až 2 500	40	63	100

Mechanické hodnoty materiálů pro ozubená kola

Meze únavy a údaje o materiálech

Materiál		Označení ČSN	Třída odpadu	Stav	Mez pevnosti v tahu R_m (MPa)	Mez kluzu v tahu R_e nebo $R_p0{,}2$ (MPa)	Tvrdost zubu		Mez únavy (bázová hodnota)	
							v jádře J_{HV}	na boku V_{HV}	v dotyku $\sigma_{H\,lim}$ (MPa)	v ohybu $\sigma_{F\,lim}$ (MPa)
tvárná litina		42 2306	225	–	600	370	190 až 275	–	430	315
		42 2307	225	–	700	420	230 až 310	–	510	325
		42 2308	225	zušlechtěná	800	480	250 až 370	–	550	345
ocel na odlitky	uhlíková	42 2650	002	normalizačně žíhaná	500	260	150	–	420	300
		42 2660	002	normalizačně žíhaná	590	300	180	–	480	336
	slitinová	42 2719	002	normalizačně žíhaná	700	340	210	–	540	372
		42 2719	002	zušlechtěná	750	400	220	–	560	384
		42 2750	041	normalizačně žíhaná	650	380	200	–	520	360
		422750	041	zušlechtěná	800	550	245	–	610	414
konstrukční ocel		11 500	001	tepelně nezpracovaná	490	265	150	–	370	330
		11 523[1]	002	tepelně nezpracovaná	510	333	155	–	380	336
		11 600	001	tepelně nezpracovaná	588	314	175	–	420	360
		11 700	001	tepelně nezpracovaná	686	363	205	–	480	396
konstrukční ocel ušlechtilá uhlíková		12 050	003	normalizačně žíhaná	540	325	155	–	430	356
		12 050	003	zušlechtěná	640	390	200	–	520	410
		12 061	003	normalizačně žíhaná	660	380	200	–	620	410
		12 061	003	zušlechtěná	740	440	235	–	590	452
konstrukční ocel ušlechtilá legovaná		13 242	002	zušlechtěná	932	686	290	–	700	518
		14 140	021	zušlechtěná	883	637	285	–	690	512
		15 241	071	zušlechtěná	980	850	300	–	720	530
		16 440	041	zušlechtěná	932	785	290	–	700	518
ocel povrchově kalené	ocel na odlitky	42 2660	002	povrchově kalená	590	300	180	600 až 675	1 140	316
		42 2719	002	po boku	700	340	210	600 až 675	1 140	352
	konstrukční ocel ušlechtilá	12 051	003	povrchově kalená po boku	640	390	200	600 až 675	1 140	390
		14 140	021		785	539	250	600 až 675	1 140	450
		15 241	071		980	850	315	600 až 675	1 160	528
		15 241	071	povrchově kalená mezerově [4]	980	850	315	600 až 675	1 160	705
		16 343	121		965	750	300	600 až 675	1 160	705
		16 343	121		965	750	300	500 až 550	1 060	655
konstrukční ocel legovaná vhodná k nitridaci (nelegovaná Al)		13 242	002	nitridovaná[4]	800	620	250	550[2]	930	580
		15 230	162	nitridovaná[4]	800	600	250	800[2]	1 180	705
		15 330	162	nitridovaná[4]	800	600	250	800[2]	1 180	705
		16 343	121	nitridovaná[4]	965	750	300	750[2]	1 180	730
konstrukční ocel legovaná		14 140	021	nitrocementovaná kalená	1 575	1 350	485	615 až 720	1 288	740
konstrukční ocel uhlíková k cementaci		12 010	003	cementovaná kalená	440	275	135	650 až 720	1 210	500
		12 020	003	cementovaná kalená	495	295	150	650 až 720	1 210	500
konstrukční ocel legovaná k cementaci		14 220[5], [6]	021	cementovaná kalená	785	588	250	650 až 720	1 270	700
		14 223[6]	021	cementovaná kalená	880	685	285	650 až 720	1 270	700
		16 220	071	cementovaná kalená	880	635	285	650 až 720	1 270	700
		16 420	071	cementovaná kalená	932	735	300	650 až 720	1 270	700
		16 523	072	cementovaná kalená	1 130	885	360	650 až 700	1 330	740
konstrukční ocel ušlechtilá		12 061	003	karbonitridovaná[3]	660	380	200	–	800	650
		12 061	003	karbonitridovaná[4]	740	440	235	–	800	650

[1]) Pro svařovaná ozubená kola
[2]) Tvrdost HV 3
[3]) Výchozí stav materiálu: normalizačně žíhaný
[4]) Výchozí stav materiálu: zušlechtěný
[5]) Pro kola, do nichž se budou vrtat díry, se nedoporučuje žádat ocel se sníženým obsahem C (0,12 až 0,14)
[6]) Při cementaci v zařízení bez regulace procesu s ohledem na přesycení vrstvy omezit použití do $m_n = 8$ mm s hloubkou vrstvy do 1,2 mm

Únavová únosnost paty zubu v ohybu

ohybové napětí

$$\sigma_F = K_F Y_{Fs} Y_\beta Y_\varepsilon F_t / (b_w \cdot m_n),$$

provozní součinitel

$$K_F = K_A K_v K_{F\alpha} K_{F\beta}$$

kde K_A – volí se z tabulek,
K_v – součinitel rychlosti (viz str. 572),
$K_{F\alpha}$ – volí se z tabulky,
$K_{F\beta} = K_{H\beta}^{N_F} \approx K_{H\beta}$,

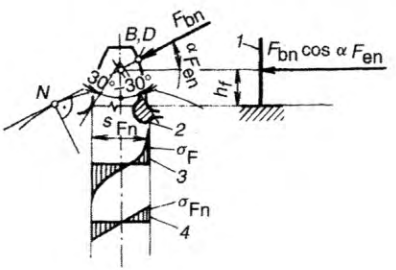
$$N_F = \frac{1}{1 + \frac{h}{b} + \left(\frac{h}{b}\right)^2},$$

součinitel tvaru zubu a koncentrace napětí
Y_{Fs} – volí se z diagramu pro zuby frézované a obrážené a pro zuby broušené,
Y_β – volí se z diagramu,
$Y_\varepsilon = 0{,}2 + 0{,}8/\varepsilon_\alpha$ pro $\varepsilon_\alpha < 1$.

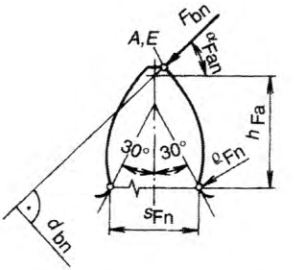
Bezpečnost proti únavovému lomu

$$S_F = \frac{\sigma_{F\lim} Y_N Y_g Y_X}{\sigma_F} \geqq 1{,}4,$$

kde $\sigma_{F\lim}$ – volí se z tabulky,
Y_N – součinitel životnosti (pro ohyb),
$Y_N = \sqrt[q_H]{N_{F\lim}/N}$,
$Y_N \langle 1; 1{,}6 \rangle$ pro nitridované oceli,
$Y_N \langle 1; 2{,}5 \rangle$ pro ostatní železné materiály,
$N_{F\lim}$ a q_H – volí se z tabulky,
Y_δ – součinitel vrubové citlivosti,
Y_X – součinitel velikosti pro ohyb.



Ohybové napětí v patě zubu
1 – výpočtový model, *2* – koncentrace napětí, *3* – skutečný průběh napětí, *4* – průběh jmenovitého ohybového napětí



Určující veličiny pro stanovení součinitele tvaru zubu pro ohyb Y_{Fa} u vnějšího ozubení (A nebo E jsou působiště síly na hlavě pastorku nebo kola)

Statická bezpečnost v ohybu

$$S_{FS} = \frac{\sigma_{FSt}}{\sigma_{F\,max}} \geqq 1{,}25\,, \qquad \sigma_{F\,max} = \sigma_F \,.\, F_{t\,max}/F_t\,,$$

kde $\sigma_{F\,max}$ je maximální místní ohybové napětí v patě zubu

$F_{t\,max}$ – jednorázové maximální zatížení zubu,

σ_{FSt} – statická pevnost v ohybu při max. zatížení,

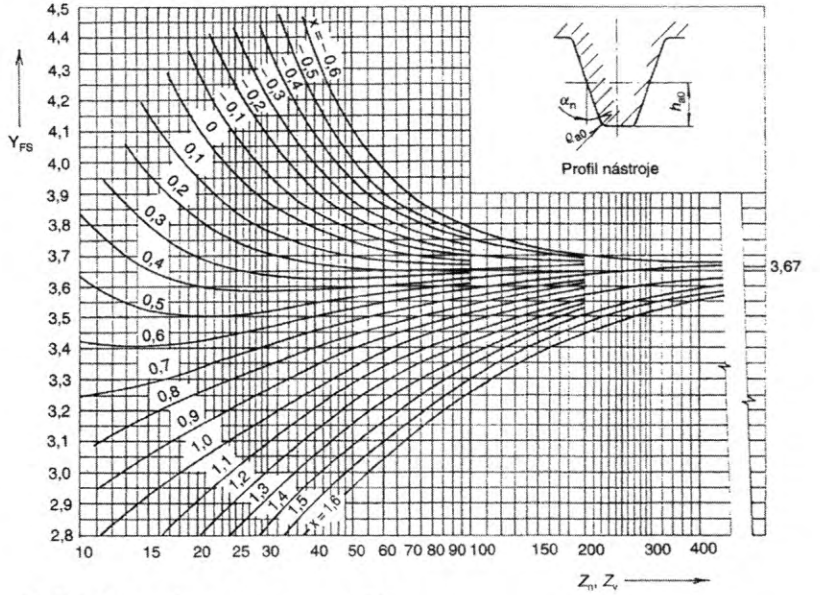
$\sigma_{FSt} \approx 1{,}6\sigma_{F\,lim}$ pro nitridovanou ocel,

$\sigma_{FSt} \approx 2{,}5\sigma_{F\,lim}$ pro ostatní železné materiály.

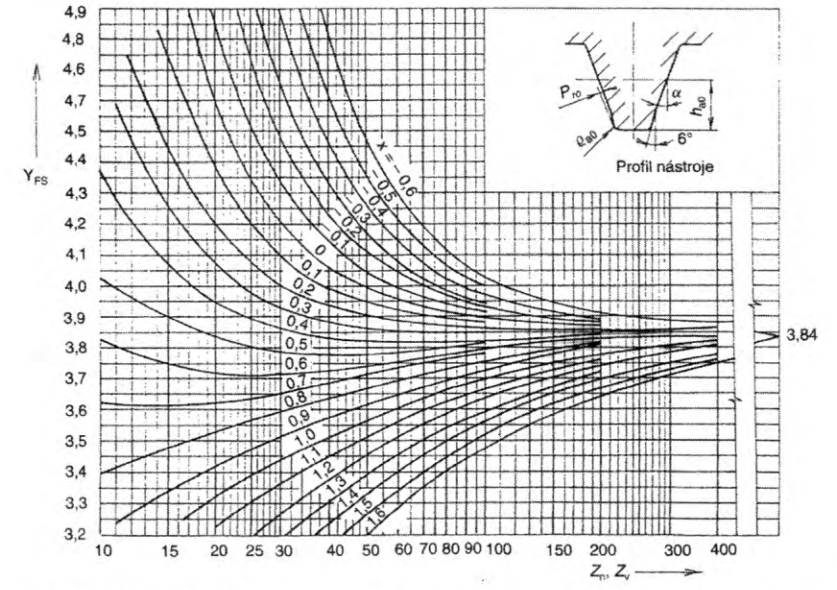
Orientační tabulka pro volbu přesnosti ozubených kol

<table>
<tr><td colspan="2">Stupeň přesnosti podle ČSN 01 4682</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td></tr>
<tr><td colspan="2">Max. drsnost povrchu Ra (μm)*)</td><td>0,1 až 0,2</td><td>0,2 až 0,4</td><td>0,4 až 0,8</td><td>0,8 až 1,6</td><td>1,6</td><td>1,6 až 3,2</td><td>3,2 až 6,3</td><td>6,3 až 12,5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Max. obvodová rychlost (m . s^{-1})</td><td>zuby přímé</td><td>libovolná</td><td>60</td><td>35</td><td>15</td><td>8</td><td>5</td><td>3</td><td>3</td></tr>
<tr><td>zuby šikmé</td><td>libovolná</td><td>80</td><td>50</td><td>30</td><td>12</td><td>8</td><td>5</td><td>3</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Způsob výroby</td><td rowspan="2">kola netvrzená</td><td colspan="2" rowspan="2"></td><td colspan="2" rowspan="2">frézovaná na speciálních odvalovacích frézkách</td><td>ševingovaná</td><td colspan="2">obrážená</td><td rowspan="2">obrážená, frézovaná dělícím způsobem</td></tr>
<tr><td colspan="3">frézovaná odvalovacím způsobem</td></tr>
<tr><td>kola tvrzená</td><td colspan="2">broušená na nejpřesnějších bruskách</td><td colspan="3">broušená na odvalovacích bruskách</td><td>lapovaná</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="5">Použití</td><td colspan="2">kontrolní kola pro stupeň přesnosti 6 až 8 8 až 10</td><td colspan="2">rychloběžné převodovky</td><td colspan="2">průmyslové převodovky</td><td colspan="2">pohony rotačních pecí</td></tr>
<tr><td colspan="4">měřící přístroje</td><td>lehké lodní motory</td><td colspan="3">válcovací stolice, těžké lodní motory, lokomotivy a traktory</td></tr>
<tr><td colspan="3">reduktory turbín</td><td colspan="2">osobní automobily</td><td colspan="4">zdvihadla a stavební stroje</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="2"></td><td colspan="4">obráběcí stroje</td><td colspan="2">zemědělské stroje</td></tr>
<tr><td colspan="2">letecké motory</td><td colspan="2">nákladní automobily</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="4"></td><td colspan="3">textilní stroje</td><td></td></tr>
</table>

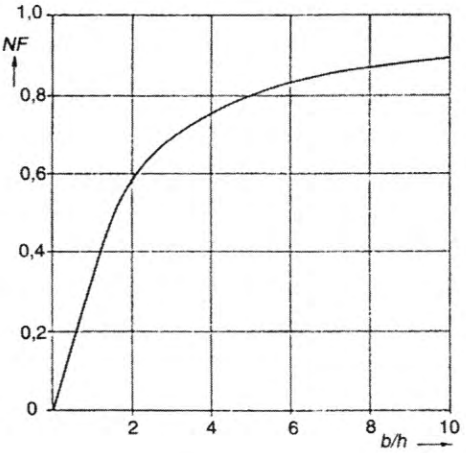
*) Nižší hodnoty pro menší moduly, vyšší hodnoty pro větší moduly.



Součinitel tvaru zubu a koncentrace napětí Y_{FS}
(Platí pro $\alpha_n = 20°$, $h^*_{a0} = 1{,}25$, $\varrho^*_{a0} = 0{,}38$; nástroj: odvalovací fréza nebo obrážecí hřeben)



Součinitel tvaru zubu a koncentrace napětí Y_{FS}
(Platí pro $\alpha_n = 20°$, $h^*_{a0} = 1{,}4$, $\varrho^*_{a0} = 0{,}4$, $P_{ro}/m_n = 0{,}05$, $\alpha_{P_{re}} = 6°$; nástroj: odvalovací fréza nebo obrážecí hřeben, po tvrzení zubů broušeno)



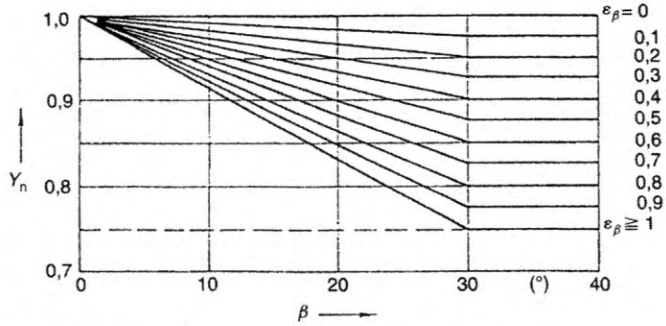
$$NF = \frac{(b/h)^2}{(b/h)^2 + (b/h) + 1}$$

Hodnota b/h se stanoví pro užší ze spoluzabírajících kol.

Výška zubu je:
$h = 2m_n/\varepsilon_\alpha$ pro přímé zuby
$h = 2m_n$ pro šikmé zuby.

Zjednodušeně možno brát:

$K_{H\beta} \cong K_{H\beta}$



Součinitel sklonu zubu

$Y_\beta = 1 - \varepsilon_\beta \cdot \beta°/120°$
$Y_\beta \geqq Y_{\beta\,min}$
$Y_{\beta\,min} = 1 - 0{,}25\varepsilon_\beta \geqq 0{,}75$

Meze únavy v ohybu odpovídající počtu zatěžovacích cyklů $N_{F\,lim}$

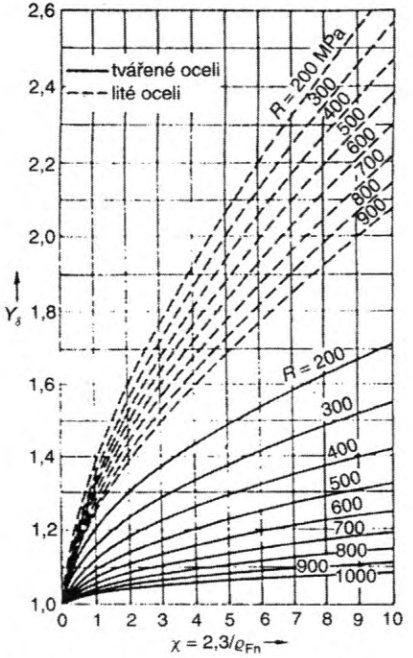
Skupina materiálů	Způsob tepelného nebo chemicko-tepelného zpracování		Hloubka tvrzené vrstvy v kritické oblasti paty zubu po konečném opracování		Tvrdost		Mez únavy v dotyku (bázová hodnota) $\sigma_{F\,lim}$	Bázový počet zatěžovacích cyklů $N_{F\,lim}$	Exponent Wöhlerovy křivky q_H
			h_{min}	h_{max}	v jádře zubu J_{HV}	na boku zubu V_{HV}			
Tvárná litina	bez tepelného zpracování nebo normalizačně žíhaná nebo zušlechtěná		–		170 až 370		$0{,}5V_{HV} + 220$	$3 . 10^6$	6
Litá ocel	normalizačně žíhaná nebo zušlechtěná		–		100 až 360		$1{,}2V_{HV} + 120$	$3 . 10^6$	6
Konstrukční ocel	normalizačně žíhaná		–		100 až 230		$1{,}2V_{HV} + 150$	$3 . 10^6$	6
Konstrukční ocel ušlechtilá	normalizačně žíhaná nebo zušlechtěná		–		100 až 360		$1{,}2V_{HV} + 170$	$3 . 10^6$	6
	zušlechtěná nebo normalizačně žíhaná; povrchově kalená	mezerově	$0{,}15m_n$	$0{,}4m_n$	180 až 250	500 až 670	$0{,}5V_{HV} + 305$	$3 . 10^6$	9
					251 až 360		$0{,}5V_{HV} + 405$		
		jednorázově, prokalení zubu včetně paty	ve středu zubní mezery $0{,}4m_n$	$0{,}9m_n$	500 až 670		$0{,}5V_{HV} + 305$	$3 . 10^6$	9
		po boku nebo jednorázově bez prokalení paty zubu	–		180 až 360	500 až 670	$1{,}2V_{HV} + 150$[2])	$3 . 10^6$	6
Konstrukční ocel legovaná vhodná k nitridaci (nelegovaná Al)	zušlechtěná		$0{,}1m_n$	1 mm	200 až 265	450 až 800[1])	$0{,}5V_{HV} + 305$	$3 . 10^6$	9 až 12
	nitridovaná				250 až 320	600 až 850[1])	$0{,}5V_{HV} + 355$		
Konstrukční ocel legovaná ($C < 0{,}4$ %)	nitrocementovaná; kalená		$0{,}15m_n$	$0{,}3m_n$	>400	600 až 800	740	$3 . 10^6$	9 až 12
Konstrukční ocel uhlíková k cementaci	cementovaná; kalená		$m_n \leq 6$		130 až 200	650 až 750	500	$3 . 10^6$	9
Konstrukční ocel legovaná k cementaci			$0{,}15m_n$	$0{,}3_n$	240 až 320		700		
			$m_n > 6$		320 až 400		740		
			$0{,}1m_n$	$0{,}3m_n$	>400		780		
Konstrukční ocel ušlechtilá	normalizačně žíhaná nebo zušlechtěná karbonitridovaná		–		130 až 200	–	410	$3 . 10^6$	9
					200 až 240		650		

[1]) HV3

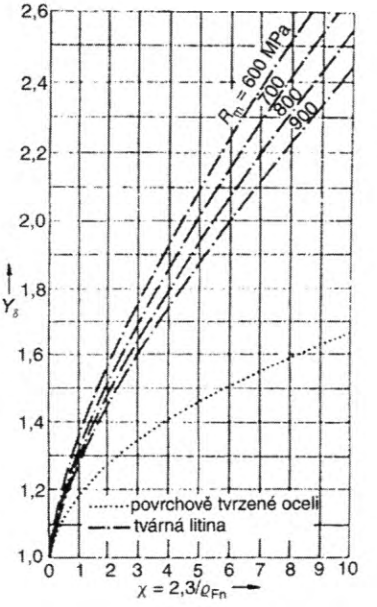
[2]) Pro litá ozubená kola $\sigma_{F\,lim} = 1{,}2 . J_{HV} + 100$

Součinitele vrubové citlivosti

Diagramy vrubové citlivosti Y_δ



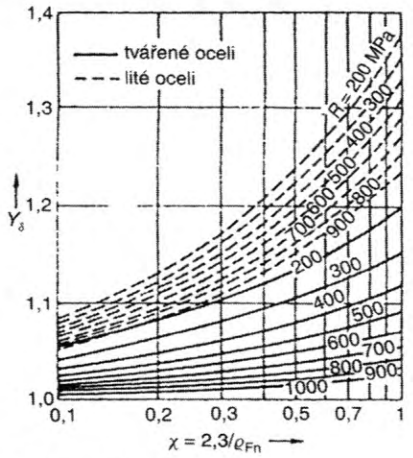
Pro kola z tvářené nebo lité oceli



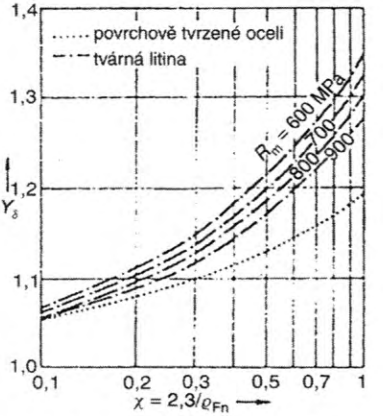
Pro kola se zuby povrchově tvrzenými včetně paty a pro kola z tvárné litiny

Součinitel bezpečnosti proti únavovému lomu

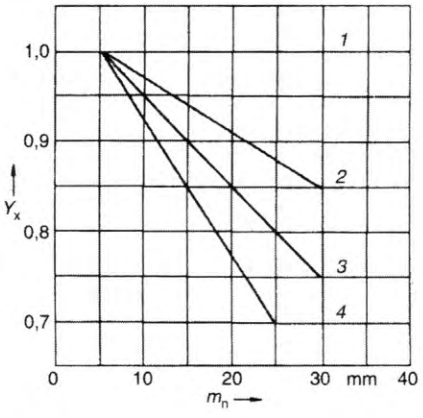
Y_δ je součinitel vrubové citlivosti při výpočtu na únavu



Pro kola z tvářené nebo lité oceli

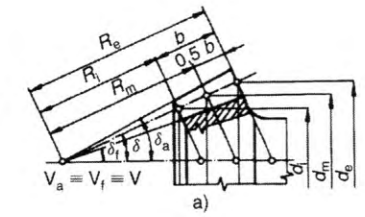


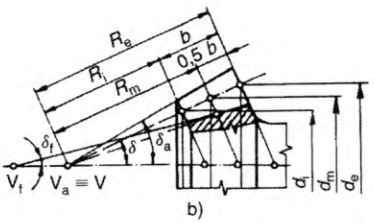
Pro kola se zuby povrchově tvrzenými včetně paty a pro kola z tvárné litiny

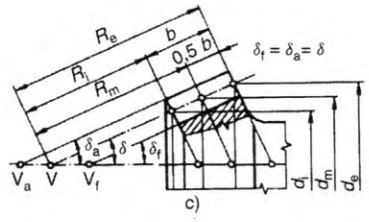


Součinitel velikostí Y_X
1 — všechny materiály při maximálním zatížení, *2* — oceli povrchově netvrzené, např. ocel konstrukční, zušlechtěná, litá, tvárné litiny (perlitická i bainitická), *3* — oceli povrchově tvrzené, např. cementované, nitridované, nitrocementované, povrchově kalené, karbonitridované, *4* — tvárná litina feritická

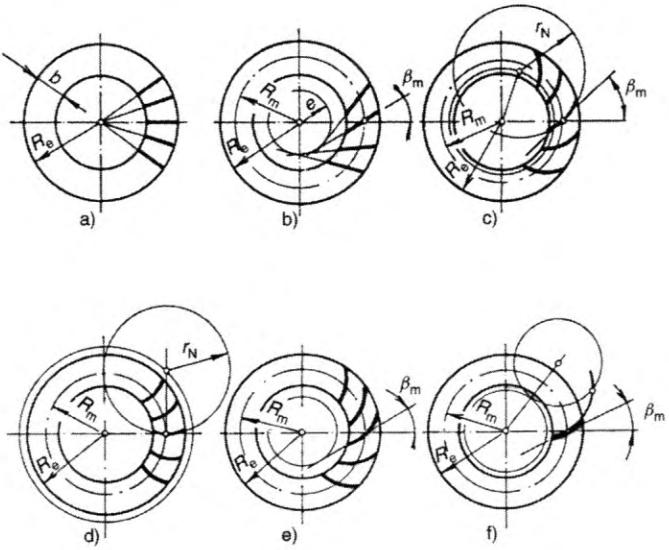
KUŽELOVÁ SOUKOLÍ







Rozdělení kuželových kol podle polohy patního a hlavového kužele a) *tvar I*: $V \equiv V_a \equiv V_f$, h = konst.; b) *tvar II*: $V_f \neq V \equiv V_a$, šířka dna zubové mezery = konst.; c) *tvar III*: $V \neq V_a \neq V_f$, h = konst.



Druhy ozubených kuželových kol

Řídicí křivka	Název	Výška zubu	Nominální rozměry
Radiální přímka	Přímé ozubení (obr. a)	proměnlivá	m_{fe} (normalizovaný) $\alpha_f = 20°, 15°, 14°30', 17°30'$ $\beta = \beta_m = 0°$
Šikmá přímka	Šikmé ozubení (obr. b)	proměnlivá	jako u přímého ozubení, ale $\beta = \beta_m = 20$ až $40°$ (odstupňováno po $5°$)
Kruhový oblouk	Gleason USA (obr. c)	proměnlivá, ale hlavové, patní a roztečné kužele nemají společný vrchol	m_{mn} (normalizovaný) $\alpha_{mn} = 20°, 14°30', 17°30'$ $\beta_m = 30$ až $45°$ (většinou $35°$)
	Gleason-Zerol USA (obr. d)		m_{mn} (normalizovaný) $\alpha_{mn} = 20°, 14°30', 17°30'$ $\beta_m = 0$
	Modul-Kurvex SRN	konstantní	m_{mn} (normalizovaný) $\alpha_{mn} = 20°, 14°30', 17°30'$ $\beta_m = 25$ až $45°$
Evolventa (paloida)	Paloidní ozubení (obr. e) Klingelnberg SRN	konstantní	m_{mn} (normalizovaný) $\alpha_{mn} = 20°$ nebo $17°30'$ $\beta_m = 30$ až $38°$
Epicykloida	Eloidní ozubení (obr. f) Oerlikon-Spiromatic Švýcarsko	konstantní	m_{mn} (normalizovaný) $\alpha_{mn} = 17°30'$ $\beta_m = 30$ až $50°$
	Cyklopaloidní ozubení Klingelnberg SRN	konstantní	m_{mn} (normalizovaný) $\alpha_{mn} = 20°$ nebo $17°30'$ $\beta_m = 0$ až $45°$

Výpočet kuželových soukolí

Rozměry kuželových kol:	
Úhel os	$\Sigma = \delta_1 + \delta_2$, nejčastěji $\Sigma = 90°$
Úhel roztečného kužele	$\delta_1 = \operatorname{arctg} \dfrac{\sin \Sigma}{u + \cos \Sigma}$; $\delta_2 = \Sigma - \delta_1$
Úhel roztečného kužele pro $\Sigma = 90°$	$\delta_1 = \operatorname{arctg}(1/u)$; $d_2 = \operatorname{arctg} u$
Relace mezi δ_1, δ_2 a u	$1/\cos \delta_2 = 1/\sin \delta_1 = \sqrt{u^2 + 1}$
Vnější délka površky roztečného kužele	$R_e = 0{,}5 d_{e1,2} - \sin \delta_{1,2} = m_{et} \sqrt{z_1^2 + z_2^2}$
Vnější roztečný průměr	$d_{e1,2} = m_{et} z_{1,2}$
Střední roztečný průměr	$d_{m1,2} = m_{mn} z_{1,2}/\cos \beta_m = d_{e1,2} - b \sin \delta_{1,2}$
Převodové číslo	$u = z_2/z_1 = d_{e2}/d_{e1} = \sin \delta_2/\sin \delta_1$
Čelní modul na vnějším kuželi	$m_{et} = d_{e1,2}/z_{1,2} = m_{mt}(1 + \psi_m/\sqrt{z_1 + z_2})$; $\psi_m = b/m$
Modul na středním kuželi	$m_{mn} = m_{mt}/\cos \beta_m = m_{et}(1 - 0{,}5\psi_R)$; $\psi_R = b/R_e$; $m_{mt} = d_{m1,2}/z_{1,2}$
Čelní úhel záběru	$\alpha_t = \operatorname{arctg} \dfrac{\operatorname{tg} \alpha_n}{\cos \beta_m}$
Výška hlavy zubu	$h_{ae1,2} = m_{et}(1 \pm x)$ – u kol s proměnlivou výškou zubu $h_{am1,2} = m_{mn}(1 \pm x)$ – u kol s konstantní výškou zubu
Průměr vnější hlavové kružnice	$d_{ae1,2} = d_{e1,2} + 2h_{ae1,2} \cdot \cos \delta_{1,2}$
Průměr střední hlavové kružnice	$d_{am1,2} = d_{mt1,2} + 2h_{am1,2} \cos \delta_{1,2}$

Rozměry náhradního (virtuálního) kola (uprostřed šířky zubu):	
Virtuálního úhel záběru	$\alpha_{vn} = \alpha_n$; $\alpha_{vt} = \alpha_m = \operatorname{arctg}(\operatorname{tg} \alpha_n/\cos \beta_m)$
Virtuální úhel sklonu zubu	$\beta_{vm} = \beta_m$; $\beta_{vb} = \arcsin(\sin \beta_m \cos \alpha_n)$
Virtuální převodové číslo	$u_v = z_{v2}/z_{v1} = u \cos \delta_1/\cos \delta_2 = \operatorname{tg} \delta_2/\operatorname{tg} \delta_1$
Virtuální převodové číslo pro $\Sigma = 90°$	$u_v = u^2 = (z_2/z_1)^2$
Počet zubů virtuálního kola	$z_{v1,2} = z_{1,2}/\cos \delta_{1,2}$
z_v pro $\Sigma = 90°$	$z_{v1} = z_1 \sqrt{(u^2 + 1)/u^2}$; $z_{v2} = z_2 \sqrt{u^2 + 1} = u^2 z_{v1}$
Náhradní počet zubů	$z_{vn1} = \dfrac{z_{v1}}{\cos^2 \beta_{vb} \cos \beta_m}$; $z_{m2} = u_v z_{vn1}$
Roztečný průměr virtuálního kola	$d_{v1,2} = d_{m1,2}/\cos \delta_{1,2}$
d_v pro $\Sigma = 90°$	$d_{v1} = d_{m1} \sqrt{(u^2 + 1)/u^2}$; $d_{v2} = d_{m2} \sqrt{u^2 + 1} = u^2 d_{v1}$
Virtuální vzdálenost os	$a_v = 0{,}5(d_{v1} + d_{v2})$
Virtuální hlavový průměr	$d_{va1,2} = d_{v1,2} + 2h_{am1,2}$
Virtuální základní průměr	$d_{vb1,2} = d_{v1,2} \cos \alpha_{vt}$
Virtuální modul čelní	$m_{vt} = m_{mt} = d_{m1,2}/z_{1,2} = d_{v1,2}/z_{v1,2}$
Virtuální modul normálný	$m_{vn} = m_{mn} = m_{vt} \cos \beta_m$
Šířka ozubení virtuálního soukolí	$b_v = b_w$
Součinitel záběru virtuálního soukolí	$\varepsilon_{v\alpha} = \dfrac{\sqrt{d_{va1}^2 - d_{vb1}^2} + \sqrt{d_{va2}^2 - d_{vb2}^2} - 2a_v \sin \alpha_{vt}}{2\pi m_{vt} \cos \alpha_{vt}}$
Součinitel záběru virtuálního soukolí normálný	$\varepsilon_{vzn} = \varepsilon_{v\alpha}/\cos^2 \beta_{vb}$
Součinitel kroku virtuálního soukolí	$\varepsilon_{v\beta} = \dfrac{0{,}85 b \sin \beta_m}{\pi m_{mn}}$
Celkový součinitel kroku virtuálního soukolí	$\varepsilon_{v\gamma\alpha} = \varepsilon_{v\alpha} + \varepsilon_{v\beta}$

Doporučené součinitele posunutí $x = x_1 = x_2$ pro kuželová soukolí VN

z_{v2}	z_{v1}						Požadavek
	12	15	18	22	26	30	
22	0,25 0,328	0,22 0,201	0,18 0,101	0,17 0,000	– –	– –	A B
26	0,28 0,378	0,26 0,259	0,23 0,164	0,20 0,071	0,17 0,000	– –	A B
30	0,30 0,400	0,29 0,298	0,26 0,207	0,22 0,121	0,20 0,056	0,19 0,000	A B
34	0,34 0,432	0,32 0,329	0,30 0,238	0,28 0,158	0,25 0,100	0,22 0,047	A B
42	0,38 0,466	0,36 0,372	0,34 0,288	0,32 0,216	0,30 0,155	0,28 0,101	A B
50	0,42 0,487	0,41 0,398	0,39 0,326	0,37 0,251	0,36 0,190	0,35 0,138	A B
65	0,48 0,518	0,47 0,433	0,46 0,364	0,45 0,297	0,44 0,240	0,43 0,198	A B
80	0,54 0,534	0,52 0,454	0,52 0,390	0,51 0,326	0,50 0,264	0,49 0,222	A B
100	0,57 –	0,57 0,468	0,56 0,408	0,56 0,342	0,56 0,270	0,55 0,200	A B

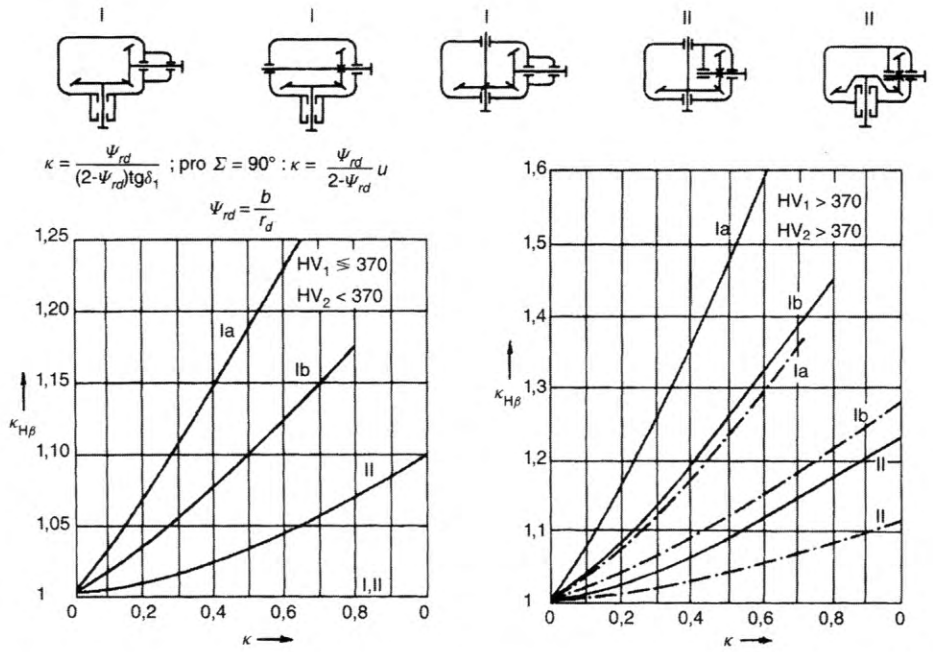
A – při požadavku zvýšené pevnosti na ohyb
B – při požadavku zvýšené odolnosti boků

Směrné hodnoty z_1, x_1 a α_n kuželových soukolí při $\Sigma = 90°$

u	1	1,12	1,25	1,6	2	2,5	3	4	5	6
z_1[1])	18 až 40	18 až 38	17 až 36	16 až 34	15 až 30	13 až 26	12 až 23	10 až 18	8 až 14	7 až 11
x_1[2])	0	0,10	0,19	0,27	0,33	0,38	0,40	0,43	0,44	0,45
α_n	průmyslové převodovky nejčastěji 20°, automobilové převodovky často <20°, např. 17 1/2°, vysokozatížené, pomaloběžné převodovky často >20°, např. 22 1/2°									
mezní hodnoty	$\psi_R = b/R_e \leqq 0{,}3$; $\psi_m = b/m \leqq 10$; u šikmých a zakřivených zubů $\varepsilon_\beta \geqq 1{,}5$									

[1]) Pro tvrzená kuželová kola se zakřivenými zuby z_1 blíž ke spodní hranici, pro přímé a netvrzené zuby blíž k horní hranici.

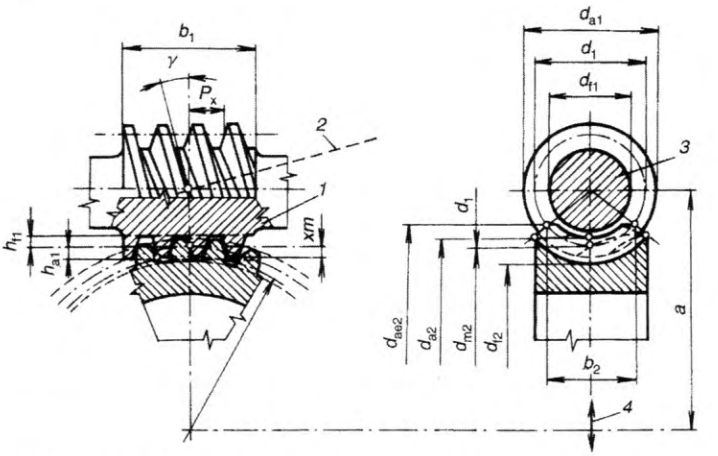
[2]) Uvedené hodnoty jsou podle údajů výrobce pro kola Gleason Zerol a jsou použitelné i pro přímozubá kuželová kola. Pro šikmé a ostatní zakřivené zuby platí asi 85 % uvedených hodnot $x_2 = -x_1$.



Schemata a diagram pro stanovení součinitele nerovnoměrnosti zatížení zubu kuželových kol podél šířky zubu pro dotyk $K_{H\beta}$. Křivky *a* platí pro uložení v kuličkových ložiskách, křivky *b* v kuželíkových ložiskách, plné čáry platí pro přímé zuby, čerchované pro šikmé a zakřivené zuby. Čísla u křivek odpovídají uvedeným schématům – uspořádání ozubeného převodu.

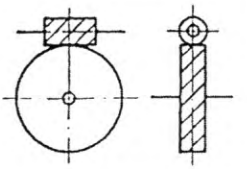
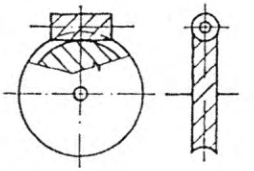
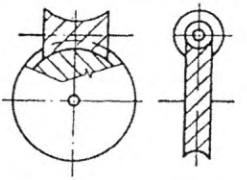
ŠNEKOVÁ SOUKOLÍ

Výběr z ČSN 01 4780
Účinnost od 1. 7. 1956



Hlavní rozměry šnekového soukolí
1 — osový řez šneku ve střední rovině šnekového kola, *2* — normálný řez, *3* — čelní řez šneku, *4* — střední roviny šnekového kola

Druhy šnekových soukolí

Název	Zobrazení	Použití
Válcové soukolí (válcový šnek a válcové šnekové kolo)		U podřadných zařízení (pro malé výkony, ruční pohon)
Smíšené soukolí (válcový šnek a globoidní šnekové kolo)		Nejčastěji používané (dražší výroba)
Globoidní soukolí (globoidní šnek a globoidní šnekové kolo)		Pro výkony až 200 kW, převodové číslo až 100

Výpočet šnekového soukolí

Název	Značka	Šnek	Šnekové kolo
Roztečná vzdálenost os	a	$a = 0{,}5(d_1 + d_2)$	
Vzdálenost os šnekového převodu	a_w	$a_w = 0{,}5(d_1 + d_{w2})$	
Součinitel posunutí profilu	x	$x = (a_w - a)/m$	
Průměr roztečné kružnice	d	$d_1 = z_1 \,.\, m/\mathrm{tg}\,\gamma = q \,.\, m$	$d_2 = z_2 \,.\, m$
Valivý průměr v jeho střední rovině	d_w	$d_{w1} = d_1$	$d_{w2} = d_2 + 2xm$
Výška hlavy zubu	h_a	$h_{a1} = h_a^* \,.\, m = 1m$	$h_{a2} = (h_a^* + x) \,.\, m = (1 + x) \,.\, m$
Výška paty zubu	h_f	$h_{f1} = h_f^* \,.\, m = 1{,}2m$	$h_{f2} = (h_f^* - x) \,.\, m = (1{,}2 - x) \,.\, m$
Hlavový průměr[2])	d_a	$d_{a1} = d_1 + 2h_{a1}$	$d_{a2} = d_2 + 2h_{a2}$
Patní průměr[2])	d_f	$d_{f1} = d_1 - 2h_{f1}$	$d_{f2} = d_2 - 2h_{f2}$
Základní průměr[2])	d_b	$d_{b1} = d_1 \,\mathrm{tg}\,\gamma/\mathrm{tg}\,\gamma_b$	$d_{b2} = d_2 \cos\alpha_x$
Délka šroubovice b_1	pro $z_1 = 1$ a 2	$b_1 \approx (11 + 0{,}06z_2) \,.\, m$	$b_2 \approx 0{,}75(1 + 2/q) \,.\, d_2$
Šířka věnce b_2	pro $z_1 = 4$	$b_1 \approx (12{,}5 + 0{,}09z_2) \,.\, m$	$b_2 \approx 0{,}67(1 + 2/q) \,.\, d_2$
Součinitel hlavového převýšení kola v^*	pro $z_1 = 1$		$v^* = 1$ nebo 0,75
	pro $z_1 = 2$	–	$v^* = 0{,}75$
	pro $z_1 = 4$		$v^* = 0{,}5$
Největší průměr kola	d_{ae2}	–	$d_{ae2} = d_{a2} + 2v^* \,.\, m$
Smysl stoupání šroubovice	–	pravý (levý)	pravý (levý)
Úhel zkosení věnce	φ	–	$\sin\varphi - b_2/d_{a1}$
Úhel os	Σ	$90°$	
Střední obvodová rychlost	v	$v_1 = \pi d_1 n_1$	$v_2 = \pi d_2 n_2$
Střední kluzná rychlost	v_k	$v_k = v_1/\cos\gamma = v_2/\sin\gamma$	
Součinitel záběru	ε_α	$\varepsilon_\alpha = \dfrac{\sqrt{d_{a2}^2 - d_{b2}^2} + 2m(1 - x)/\sin\alpha_x - d_2 \sin\alpha_x}{2\pi m \cos\alpha_x}$	

[1]) Hodnoty p_{b1}, d_{b1} a γ_{b1} platí pouze pro evolventní šneky ZI
[2]) Hodnoty ve středních rovinách daných průřezů

Parametry pro volbu šnekových převodů

Převodové číslo u	Počet chodů šneku z_1	Počet zubů kola z_2	Součinitel průměru šneku q	Směrná hodnota účinnosti η_c*)
8	4	32	8	0,87 ... 0,92 ... 0,95
10		40	10	0,86 ... 0,90 ... 0,93
12,5		50	12,5	0,85 ... 0,88 ... 0,92
16	2	32	8	0,79 ... 0,86 ... 0,91
20		40	10	0,77 ... 0,83 ... 0,90
25		50	12,5	0,73 ... 0,80 ... 0,90
31,5	1	32	8	0,68 ... 0,78 ... 0,87
40		40	10	0,64 ... 0,75 ... 0,86
50		50	12,5	0,57 ... 0,70 ... 0,83
63		63	16	0,53 ... 0,65 ... 0,78

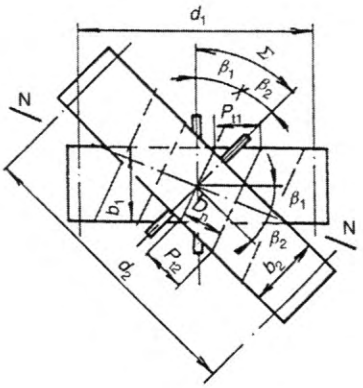
*) Nižší η_c pro menší a_w a nižší n_1

Materiálové hodnoty šnekových soukolí

Provozní poměry		Šnekové kolo (MPa)											Šnek		
		Materiál		Třída odpadu	[8])	R_m	$R_p0{,}2$	V_{HV} min	$E \cdot 10^5$	Z_E[3]) ($MPa^{1/2}$)	$\sigma_{H\,lim}$[1])	$\sigma_{F\,lim}$[2])	ocel	Třída odpadu	V_{HV}
Střední a velké výkony, zatížení klidné a mírně rázové	$v_k > 10\ m.s^{-1}$	cínový bronz	CuSn10P1 42 3120	324	P K	220 250	150 150	80 90	1,187	163	130 180	80 120	12 050.4[6]) 12 020.9[7])	003 003	
			CuSn12 42 3123	314	P K O	240 260 240	160 170 170	80 85 85	1,039	156	170 180 200	110 120 130	14 140.4[6]) 14 220.9[7]) 14 331.7	021 021 021	550 až 720
	$v_k = 4$ až $10\ m.s^{-1}$		CuSn5Zn5Pb5 42 3135	333	P K O	150 180 180	120 130 130	60 65 65	1,01	154	100 125 150	70 85 95	12 050.4[6]) 16 240.7 aj.	003 071	470 až 650
			CuSn8Zn6Pb3 42 3137	333	P K O	170 190 190	100 110 110	65 70 70	1,039	156	110 130 160	70 90 100			
	$v_k < 4\ m.s^{-1}$	mosaz	CuZn35AlFe3 42 3311	354	P K O	600 650 700	350 350 400	140 145 150	1,03	156		240 255 270	14 331.7 aj.	021	450 až 530
			CuZn35Pb1 42 3313	371	P	150	80	45	0,785	141		100			
Malé výkony, klidné zatížení	$v_k < 2\ m.s^{-1}$	šedá litina[4])	42 2415	213	P	150		140 až 200	0,973	149		70	12 050.6 aj.	003	350 až 380
			42 2420	213		200		160 až 220	1,099	159		90			
			42 2425	213		250		180 až 240	1,259	166		110			
			42 2430	213		300		200 až 260	1,444	173		130			

[1]) Platí ve dvojici s tvrzeným šnekem (broušeno); ve dvojici se zušlechtěným šnekem (nebroušeo) hodnoty o 25 % nižší; ve dvojici s litinovým šnekem hodnoty o 50 % nižší
[2]) Při střídavém namáhání hodnoty o 30 % nižší
[3]) Platí pro dvojici s ocelovým šnekem; ve dvojici s litinovým šnekem Z_E
[4]) Pro malé kluzné rychlosti (ruční pohon)
[5]) viz únavová pevnost v dotyku s ohledem na zadírání $\sigma_{Hz\,lim}$ (MPa)
[6]) Zušlechtěno a povrchově kaleno
[7]) Cementováno a kaleno
[8]) Technologie odlitku: P — do písku, K — do kokily, O — odstředivě lité

ŠROUBOVÁ SOUKOLÍ



Výpočet válcových šroubových kol a soukolí

Název	Pastorek	Kolo
Počet zubů	z_1	$z_2 = u \,.\, z_1$
Úhel os	$\Sigma = \beta_1 + \beta_2$	
Úhel sklonu boku zubu*)	β_1	β_2
Smysl stoupání šroubovice	pravý (levý)	pravý (levý)
Parametry základního profilu v normálné rovině	$m = m_n$; $p_n = \pi m_n$; $\alpha = 20°$; $h_a^* = 1$; $h_f^* = 1{,}25$; $c^* = 0{,}25$; $\rho_f^* = 0{,}38$	
Parametry základního profilu v čelní rovině	$m_{f1} = m_n/\cos\beta_1$ $p_{f1} = \pi m_n/\cos\beta_1$ $\operatorname{tg}\alpha_{f1} = \operatorname{tg}\alpha_n/\cos\beta_1$	$m_{f2} = m_n/\cos\beta_2$ $p_{f2} = \pi m_n/\cos\beta_2$ $\operatorname{tg}\alpha_{f2} = \operatorname{tg}\alpha_n/\cos\beta_2$
Jednotkové posunutí soukolí VN Jednotkové posunutí soukolí N	$x_1 = x$ $x_1 = x_2 = 0$	$x_2 = -x_1 = -x$
Průměr roztečné kružnice Průměr základní kružnice Průměr hlavové kružnice Průměr patní kružnice	$d_1 = z_1 \,.\, m_{f1} = z_1 \,.\, m_n/\cos\beta_1$ $d_{b1} = d_1 \cos\alpha_{f1}$ $d_{a1} = d_1 + 2m_n + 2x_1 m_n$ $d_{f1} = d_1 - 2{,}5m_n + 2x_1 m_n$	$d_2 = z_2 \,.\, m_{f2} = z_2 \,.\, m_n/\cos\beta_2$ $d_{b2} = d_2 \cos\alpha_{f2}$ $d_{a2} = d_2 + 2m_n + 2x_2 m_n$ $d_{f2} = d_2 - 2{,}5m_n + 2x_2 m_n$
Vzdálenost os	$a = 0{,}5(d_1 + d_2) = 0{,}5m_n(z_1/\cos\beta_1 + z_2/\cos\beta_2)$	
Počet zubů náhradního (virtuálního) kola	$z_{v1} = z_1/\cos^3\beta_1$	$z_{v2} = z_2/\cos^3\beta_2$
Minimální šířka věnce	$b_{1\,\min} = \dfrac{2m_n \sin\beta_1}{\operatorname{tg}\alpha}$	$b_{2\,\min} = \dfrac{2m_n \sin\beta_2}{\operatorname{tg}\alpha}$

*) *Poznámka:* Hlediskem pro volbu úhlů $\beta_1 + \beta_2$ je účinnost, která dosahuje maxima při $\beta_1 \approx \beta_2 \approx 0{,}5\Sigma$

HŘÍDELOVÉ SPOJKY

URČENÍ VELIKOSTI HŘÍDELOVÝCH SPOJEK

Norma zrušena
Určeno pro výuku

Výpočet pomocí provozního součinitele

1. velikost provozního součinitele K stanovíme z následující tab.:
   - pro pružné spojky s pryžovými členy jsou hodnoty provozního součinitele K uvedeny v tabulce,
   - skupinu hnaného stroje určíme z diagramu, v závislosti na poměru momentů setrvačnosti I_2/I_1 a na poměru točivých momentů M_{2max}/M_{2s},

   kde: $M_{2s} = \frac{M_{2max} + M_{2min}}{2}$,

   I_1 – moment setrvačnosti hnací strany,
   I_2 – moment setrvačnosti hnané strany,
   M_{2max} – maximální točivý moment z hnané strany,
   M_{2min} – minimální točivý moment ze strany hnané,

2. výpočtový točivý moment spojky

   $$M_v = K \cdot M,$$

   kde: M – jmenovitý točivý moment hnacího stroje,

3. podle výpočtového točivého momentu spojky se najde v normě příslušného typu spojky (příp. v prospektu) velikost spojky o stejném nebo nejblíže vyšším jmenovitém točivém momentu spojky M_t.

Poznámky:

1. Velikost spojky nelze podle součinitele K určovat v případech:
   - otáčky hřídele spojky n_s jsou v rozmezí 60 % až 130 % otáček kritických,
   - je-li u třecí spojky počet sepnutí za hodinu větší než je její přípustný počet sepnutí s ohledem na oteplení spojky,
   - může-li dojít k zablokování pracovního stroje,
   - přesahuje-li při střídavém zatěžování spojky úhlová vůle φ celého soustrojí 1° u spojek nepružných a 2° u pružných spojek,
2. V uvedených případech je nutné stanovit výpočtový moment M_v metodou náhradní soustavy soukolí.

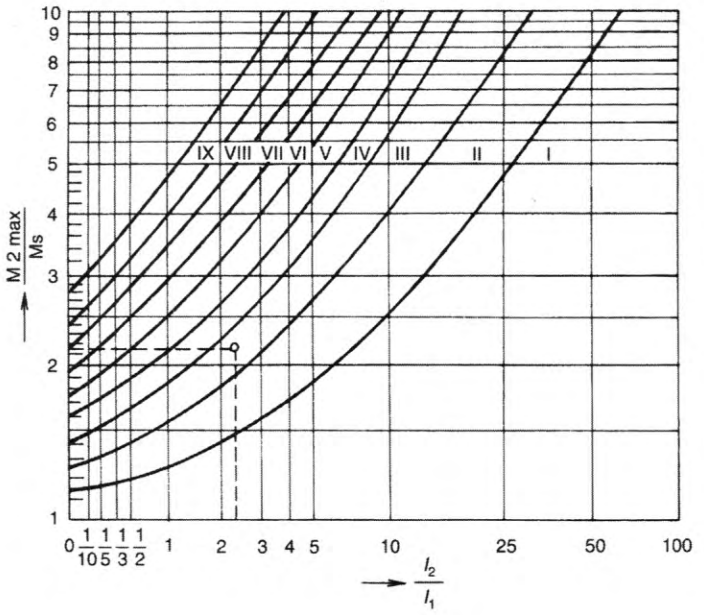


Diagram pro určení skupiny hnaného stroje

Poznámky k diagramu:
1) Jsou-li otáčky hřídele spojky $n_s < 20$ % otáček kritických, lze volit nejblíže nižší skupinu strojů,
2) Jsou-li otáčky hřídele spojky $n_s > 300$ % otáček kritických, lze pro všechny provozní případy volit skupinu I.

Provozní součinitele K pro jednotlivé druhy strojů

Hnací stroj	Skupina hnaného stroje								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Derivační motor střídavý a stejnosměrný, asynchronní motor s kroužkovou kotvou, komutátorový motor	1 až 1,4	1,2 až 1,6	1,4 až 1,8	1,6 až 2,0	1,8 až 2,2	2,0 až 2,5	2,2 až 2,8	2,5 až 3,3	3 až 3,9
Asynchronní motor s kotvou nakrátko	1,3 až 1,7	1,5 až 1,9	1,7 až 2,1	1,9 až 2,3	2,1 až 2,5	2,3 až 2,8	2,6 až 3,2	2,9 až 3,6	3,3 až 4,2
Sériový komutátorový motor stejnosměrný	1,5 až 1,9	1,7 až 2,1	1,9 až 2,3	2,1 až 2,5	2,3 až 2,7	2,5 až 3,0	2,8 až 3,4	3,1 až 3,8	3,5 až 4,4

Pokračování

Hnací stroj		Skupina hnaného stroje								
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Stacionární čtyřdobý benzínový motor*)	6 a víceválcový	1,6 až 2,0	1,8 až 2,2	2,0 až 2,4	2,2 až 2,6	2,4 až 2,9	2,7 až 3,2	3,0 až 3,6	3,3 až 4,0	3,6 až 4,5
	4-válcový	1,8 až 2,2	2,0 až 2,4	2,2 až 2,6	2,4 až 2,8	2,6 až 3,1	2,9 až 3,4	3,2 až 3,8	3,5 až 4,2	3,8 až 4,7
	3-válcový	2,0 až 2,4	2,2 až 2,6	2,4 až 2,8	2,6 až 3,0	2,8 až 3,2	3,1 až 3,6	3,4 až 4,0	3,7 až 4,4	4,0 až 4,9
	2-válcový	2,2 až 2,6	2,4 až 2,8	2,6 až 3,0	2,8 až 3,2	3,0 až 3,4	3,3 až 3,8	3,6 až 4,2	3,9 až 4,6	4,2 až 5,1
	1-válcový	2,4 až 2,8	2,6 až 3,0	2,8 až 3,2	3,0 až 3,4	3,2 až 3,6	3,4 až 3,9	3,8 až 4,4	4,1 až 4,8	4,4 až 5,3
Spalovací motor pro vozidla – benzínový nebo naftový, plynový, dvoudobý i čtyřdobý, jednoválcový i víceválcový		1,2	1,3	1,43	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6

Poznámky:
1) Je-li spojka umístěna blíže ke zdroji rázů nebo je více vystavena povětrnostním vlivům, volíme větší hodnotu K,
2) *) u naftového motoru se musí hodnota K zvětšit o 0,2 až 0,3,
   *) u plynového motoru se mohou volit hodnoty K menší o 0,2,
   *) u dvoudobého motoru se součinitel K odečítá v řádku s dvojnásobným počtem válců.

Provozní součinitele K pro jednotlivé druhy strojů s pružnými spojkami s pryžovými členy

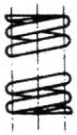
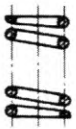
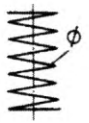
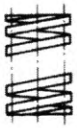
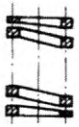
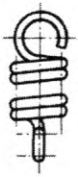
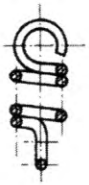
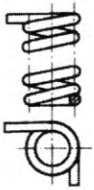
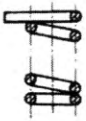
Hnací stroj	Skupina hnaného stroje								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Derivační motor střídavý a stejnosměrný, komutátorový, parní turbína	1,0	1,3 až 1,5	1,6 až 1,8	1,8 až 2,0	2,0 až 2,2	2,3 až 2,5	2,6 až 2,9	3,0 až 3,3	3,4 až 3,9
Asynchronní motor s kotvou nakrátko*),	1,3 až 1,4	1,5 až 1,7	1,7 až 1,9	1,9 až 2,2	2,2 až 2,5	2,5 až 2,8	2,8 až 3,1	3,1 až 3,5	3,5 až 4,2
Sériový motor stejnosměrný, vodní turbína	1,4 až 1,6	1,6 až 1,9	1,9 až 2,3	2,2 až 2,6	2,5 až 2,9	2,7 až 3,1	2,9 až 3,3	3,3 až 3,8	3,7 až 4,4

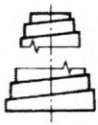
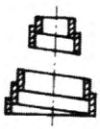
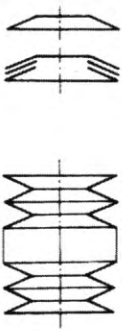
Poznámky:
*) Je-li před pružnou spojkou s pryžovými členy předřazena spojka rozběhová, volí se K jako pro kroužkový motor. Pro spalovací motor je nutné velikost spojky určit podrobným výpočtem.

PRUŽINY

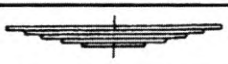
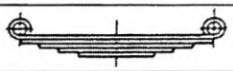
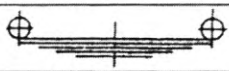
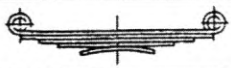
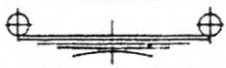
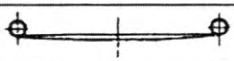
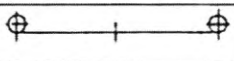
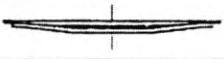
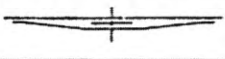
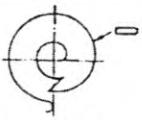
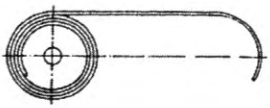
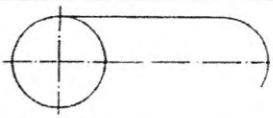
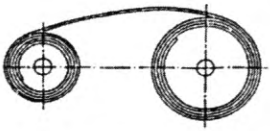
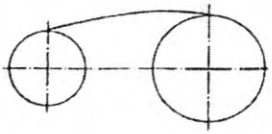
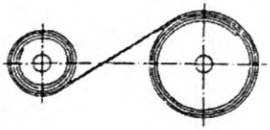
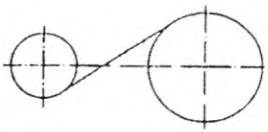
ZOBRAZOVÁNÍ PRUŽIN

Výběr z	Účinnost od
ČSN EN ISO 2162 - 1 (01 3210)	1. 7. 1998
ČSN EN ISO 2162 - 2 (01 3210)	1. 6. 1998

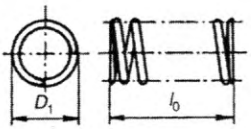
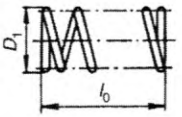
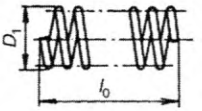
Název pružiny	Zobrazení		
	v pohledu	v řezu	zjednodušené
1. Pružina šroubovitá válcová: 1) tlačná (s kruhovým průřezem polotovaru)			
2) tlačná z drátu čtvercového průřezu			
3) tažná			
4) zkrutná			

Název pružiny	Zobrazení		
	v pohledu	v řezu	zjednodušené
2. Pružina šroubovitá kuželová tlačná			
3. Pružina šroubovitá kuželová: 1) tlačná z pásu 2) tlačná, kuželová pružina klobouková			
4. Pružiny talířové: 1) samostatná 2) sada s uložením soulehlým 3) sada s uložením protilehlým			

Pokračování

Název pružiny	Zobrazení	
	v pohledu	zjednodušené
5. Pružiny listové 1) Pružina listová složená (pružnice) bez ok		
2) Pružina listová složená (pružnice) s oky		
3) Pružina listová složená (pružnice) s oky a podpůrnou pružinou		
4) Pružina listová složená (pružnice) s oky a pomocnou pružinou		
5) Pružina listová samostatná parabolická s oky		
6) Pružina listová složená (pružnice) bez ok		
7) Pružina listová složená (pružnice) parabolická s oky		
8) Pružina listová složená (pružnice) parabolická s oky a podpůrnou pružinou		
9) Pružina listová složená (pružnice) parabolická s oky a pomocnou pružinou		
6. Pružiny spirálové 1) Pružina spirálová s pravoúhlým průřezem		
2) Pružina tažná s konstantní silou		
3) Pružina s konstantní silou		
4) Pružina s konstantní silou		

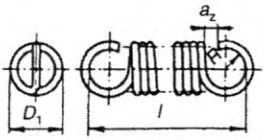
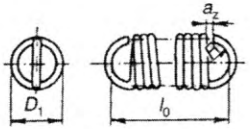
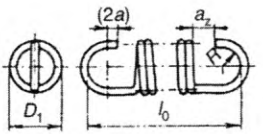
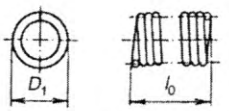
Tlačné pružiny

Název	Zobrazení	Použití
Pružina šroubovitá válcová tlačná se zavřeným koncem, broušeným	 $n_z = 1 + 1$ při $d \leqq 11{,}8$ mm $\quad n \geqq 2$ při $d > 11{,}8$ mm $\quad n \geqq 3$	$d \geqq 0{,}5$ mm; $l_0 \geqq 7$ mm; při $d \leqq 1$ mm, $i \leqq 16$
Pružina šroubovitá válcová tlačná se zavřeným koncem, nebroušeným	 $n_z = 1 + 1$ při $d \leqq 11{,}8$ mm $\quad n \geqq 2$ při $d > 11{,}8$ mm $\quad n \geqq 3$	Bez omezení
Pružina šroubovitá válcová tlačná s otevřeným koncem, nebroušeným	 při $d \leqq 11{,}8$ mm $\quad z \geqq 2$ při $d > 11{,}8$ mm $\quad z \geqq 3$ Není-li tento tvar označen slovy, nutno připojit slovní označení „Konce otevřené“, anebo nemá-li pružina závěrné závity, označení „$n_z = 0$“ nebo „Bez závěrných závitů“	Bez omezení

Vůle mezi činnými závity stálá.

Rozteč činných závitů: při $d \leqq 11{,}8$ mm $\quad 0{,}3D + 0{,}2$ mm $\leqq t \leqq 0{,}6D$
při $d > 11{,}8$ mm $\quad 1{,}5d \leqq t \leqq 0{,}55D$

Tažné pružiny

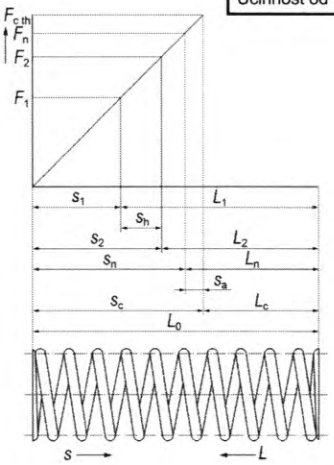
Název	Zobrazení	Použití
Pružná šroubovitá válcová tažná s obyčejnými oky	 $R = 0{,}5D_2$ $0 \leqq a_z < d$ Při $d \leqq 11{,}8$ mm $o = 0{,}8D_2$ až $1{,}1D_2$ Při $d > 11{,}8$ mm $o = D_2$	$d \leqq 16$ mm
Pružina šroubovitá válcová polovičními oky	 $R = 0{,}5D_2$ $o = 0{,}55D_2$ až $0{,}8D_2$ $a_z \leqq 2d$	$d \leqq 6{,}3$ mm $D \geqq 3{,}15$ mm $i \geqq 9$
Pružina šroubovitá válcová tažná s hákovými oky	 $R = 0{,}5D_2$ $o = 1{,}5D_2$ až $30d$ $a_z \doteq o - R - 2d$ Rozměry obou ok stejné	$d \leqq 0{,}5$ až 5 mm
Pružina šroubová válcová tažná bez ok		$d \leqq 16$ mm

Pravé vinutí (neoznačuje se). Závity k sobě přiléhají.
Je-li z drátu zpevněného tažením nebo zušlechtěného, má předpětí.
Je-li z drátu žíhaného, nemá po zušlechtění předpětí a závity přiléhají nedokonale.
Délka části tvořené závity ve stavu volném $l_z \geqq D$

ŠROUBOVÉ VÁLCOVÉ PRUŽINY VYRÁBĚNÉ Z DRÁTŮ A TYČÍ KRUHOVÉHO PRŮŘEZU – TLAČNÉ A TAŽNÉ PRUŽINY

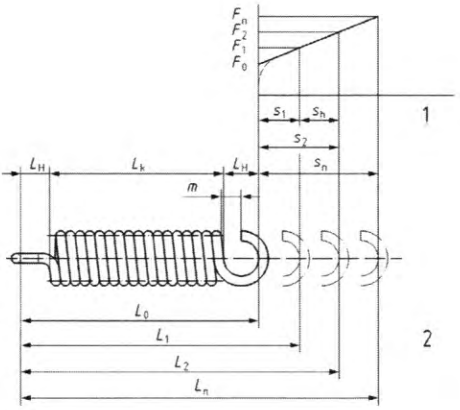
Teoretický diagram tlačné pružiny

Výběr z ČSN EN 13 906-1 (02 6001)
Účinnost od 1. 2. 2014



Teoretický diagram tažné pružiny

Výběr z ČSN EN 13 906-2 (02 6001)
Účinnost od 1. 2. 2014



Princip návrhu tlačných pružin

Před provedením konstrukčních výpočtů pružiny je zjištění, které požadavky, aby byly splněny, musí být stanoveny a brány v úvahu:

- síla pružiny a odpovídající stlačení pružiny nebo dvě síly pružiny a odpovídající zdvih nebo síla pružiny, zdvih a pružinová konstanta;
- zatížení jako funkce času – je statické nebo dynamické;
- v případě dynamickéhozatížení celkový počet cyklů, *N*, do porušení;
- pracovní teplota a přípustné uvolnění;
- příčné zatížení, vzpěrný tlak, nárazové zatížení;
- další činitelé (např. rezonanční kmitání, koroze).

Typy zatížení

Před provedením konstrukčních výpočtů musí být specifikováno, zda tyto budou vystaveny statickému zatížení, kvazistatickému zatížení nebo dynamickému zatížení.

Statické a/nebo kvazistatické zatížení

Statické zatížení je:

- konstantní zatížení v čase.

Kvazistatické zatížení je:

- variabilní zatížení v čase s nepatrně malým rozsahem torzního namáhání (nárazové namáhání) (např. rozsah torzního namáhání až do 0,1 × únavová pevnost);
- variabilní zatížení s vyšším rozsahem torzního namáhání, ale pouze počet cyklů do 10^4.

Dynamické zatížení

V případě tlačných pružin je dynamické zatížení variabilní zatěžování v čase s počtem zatěžovacích cyklů nad 10^4 a rozsahem torzního namáhání vyšším než 0,1 × únavová pevnost při:

a) konstantním rozsahu torzního namáhání;
b) variabilním rozsahu torzního namáhání;

V závislosti na požadovaném počtu cyklů N až do porušení je nezbytné rozlišovat dva následující případy:
c) rozsah meze únavy s počtem cyklů
- $N \geq 10^7$ pro pružiny vinuté za horka;
- $N \geq 2 \times 10^6$ pro pružiny vinuté za studena;

V tomto případě je rozsah torzního namáhání nižší než rozsah meze únavy.
d) omezená mez únavy, ve které
- $N < 10^7$ pro pružiny vinuté za horka;
- $N < 2 \times 10^6$ pro pružiny vinuté za studena;

V tomto případě je rozsah torzního namáhání vyšší než rozsah meze únavy, ale menší než nízkocyklová mez únavy.

V případě pružin s časově variabilním rozsahem torzního namáhání a středním torzním namáháním (sada kombinací torzního namáhání), jejichž maximální hodnoty leží nad rozsahem meze únavy, může být životnost vypočítána jako hrubé přiblížení pomocí kumulativního pracovního předpokladu poškození. Za takových okolností musí být životnost ověřena únavovou zkouškou.

Vybočení
Osově zatížené pružiny mají, v závislosti na štíhlostním poměru, snahu k vybočení, když jsou stlačeny do určité kritické délky. Nicméně, jejich chování při vybočení musí být ověřeno. Dodatečná bezpečnost proti vybočení musí být povolena v návrhu těchto pružin, protože meze vybočení je dosaženo v praxi dříve než teoreticky vypočteného. Pružiny, které nemohou být navrženy s odpovídající bezpečností proti vybočení, musí být vedeny uvnitř trubky nebo přes jádro. Nevyhnutelným následkem bude tření a v dlouhém provozu bude vznikat poškození pružiny. Je proto preferováno, pokud je to možné, rozdělit pružinu na samostatné pružiny, které jsou bezpečné proti vybočení, a vedení těchto pružin středním kotoučem přes jádro nebo v trubce.
Zásadní je, vždy dbát na to, aby směr síly pružiny nepůsobil nepřesně s geometrickou osou pružiny. Nicméně, pružina bude mít snahu k vybočení předtím, než bude dosaženo teoretické meze vybočení. Je velmi obtížné počítat s tímto jevem při výpočtu. Přechod k vybočení je plynulý.

Rezonanční vibrace
Pružina je náchylná k rezonančním vibracím v důsledku nečinné hmotnosti jejích aktivních závitů a pružnosti materiálu. Rozdíl je vytvořen mezi vibracemi prvního řádu (základní vibrace) a vibracemi vyššího řádu (harmonické vibrace). Frekvence základních vibrací je nazvaná základní frekvence a frekvence harmonických vibrací jsou jejich celočíselným násobkem.
Když se počítá pružina vystavená vysokým frekvencím vybuzenými vibracemi, musí být věnována péče zajištění, že frekvence vybuzené vibrační oscilací (budicí frekvencí) nepřechází do rezonance s jednou z přirozených frekvencí pružiny. V případě mechanického buzení (např. vačkou), může také vznikat rezonance, pokud harmonická složka budicí frekvence koliduje s jednou z přirozených frekvencí pružiny. V případě rezonance bude v určitých samostatných bodech pružiny, známých jako uzly, nastávat výrazné zvýšení tozního namáhání. K vyhnutí se takovému zvýšení torzního namáhání v důsledku rezonančního jevu jsou doporučována následující opatření:
- vyhnutí se celočíselným poměrům mezi budicí frekvencí a přirozenou frekvencí;
- výběr přirozené frekvence prvního řádu pružiny tak vysoko, jak je možné; vyhnutí se rezonanci s nízkou harmonickou buzení;
- použití pružiny s progresivní charakteristikou (proměnné závity);
- návrh vačky s vhodným profilem (nízká špičková hodnota budicích harmonických);
- zajištění tlumení pomocí distančních vložek.

Hodnoty materiálových vlastností pro výpočet pružin
Hodnoty materiálových vlastností jsou pouze při okolní teplotě a jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Materiál	E N/mm² (MPa)	G N/mm² (MPa)	ρ kg/dm³
Pružinový ocelový drát podle EN 10270-1	206 000	81 500	7,85
Pružinový ocelový drát podle EN 10270-2	206 000	79 500	7,85
Oceli podle EN 10089	206 000	78 500	7,85
Slitina měď-cín CuSn6 R950 podle EN 12166 tažená, pružinově tvrdá	115 000	42 000	8,73
Slitina měď-zinek CuZn36 R700 podle EN 12166 tažená, pružinově tvrdá	110 000	39 000	8,40
Slitina měď-berillium CuBe2 podle EN 12166	120 000	47 000	8,80
Slitina Měď-kobalt-berillium CuCo2Be podle EN 12166	130 000	48 000	8,80

Referenční údaje pro modul pružnosti a modul pružnosti ve smyku (průměrné hodnoty)[a, b, c] pro korozivzdorné ocelové dráty (podle EN 10270-3)

Jakost oceli		Modul pružnosti[a]		Modul pružnosti ve smyku[b]	
název	číslo	dodací podmínky GPa[d]	podmínky HT GPa[d]	dodací podmínky GPa[d]	podmínky HT GPa[d]
X10CrNi18-8	1.4310	180	185	70	73
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	175	180	68	71
X7CrNiAl17-7	1.4568	190	200	73	78
X5CrNi18-10	1.4301	185	190	65	68
X2CrNiMoN22-5-3	1.4462	200	205	77	79
X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539	180	185	69	71

[a] Referenční údaje pro modul pružnosti (E) jsou vypočteny z modulu pružnosti ve smyku (G) pomocí vzorce G = E/2 (1+ v), kde v (Poissonova konstanta) je nastavena na 0,3. Údaje jsou použitelné pro průměrnou pevnost v tahu 1800 MPa. Pro průměrnou pevnost v tahu 1300 MPa jsou hodnoty o 6 GPa nižší. Mezilehlé hodnoty mohou být interpolovány.

[b] Referenční údaje pro modul pružnosti ve smyku (G) jsou použitelné pro dráty průměru ≤ 2,8 mm, pro měření pomocí torzního kyvadla, pro průměrnou pevnost v tahu 1800 MPa. Pro pruměrnou pevnost v tahu 1300 MPa jsou hodnoty o 2 GPa nižší. Mezilehlé hodnoty mohou být interpolovány. Hodnoty zjištěné pomocí Elastomatu nejsou vždy porovnatelné s hodnotami získanými pomocí torzního kyvadla.

[c] Pro konečnou pružinu mohou být zjištěny nižší hodnoty. Proto normy pro výpočet pružin mají uvedené hodnoty rozdílné od těch, které jsou zde uvedené na základě základních měření drátu.

[d] 1 MPa = 1 N/mm², 1 GPa = 1 kN/mm².

Vliv provozní teploty na modul pružnosti a modul pružnosti ve smyku je dán následující rovnicí, pro průměrné hodnoty, pro materiál uvedený v předchozích tabulkách:

$$G = G_{20} \times [1 - r \times (t - 20)] \qquad (2)$$

s následujícími hodnotami r.

- $0{,}25 \times 10^{-3}$ pro ocelové pružinové dráty podle EN 10270-1, EN 10270-2 a EN 10089;
- $0{,}40 \times 10^{-3}$ pro ocelové pružinové dráty podle EN 10270-3;
- $0{,}40 \times 10^{-3}$ pro pružinové slitiny podle EN 12166.

Rovnice pro výpočet

Práce pružiny

$$W = \frac{F\,s}{2} \tag{3}$$

Síla pružiny

$$F = \frac{G\,d^4\,s}{8\,D^3\,n} \tag{4}$$

Stlačení pružiny

$$s = \frac{8\,D^3\,n\,F}{G\,d^4} \tag{5}$$

Pružinová konstanta

$$R = \frac{G\,d^4}{8\,D^3\,n} \tag{6}$$

Torzní namáhání

$$\tau = \frac{8\,D\,F}{\pi\,d^3} \tag{7}$$

$$\tau = \frac{G\,d\,s}{\pi\,n\,D^2} \tag{8}$$

$$\tau_k = k\,\tau \tag{9}$$

Zatímco torzní namáhání τ musí být převzato pro výpočet staticky nebo kvazistaticky zatížené pružiny, korigovaně torzní namáhání τ_k musí být použito pro dynamicky zatížené pružiny.

Jmenovitý průměr drátu nebo tyče
Výpočet optimálního jmenovitého průměru d drátu nebo tyče, když je torzní namáhání τ nahrazeno τ_{zul}, jak je uvedeno níže:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{8\,F\,D}{\pi\,\tau_{zul}}} \tag{10}$$

Přípustné torzní namáhání τ_{zul} musí být vybráno podle návrhu příslušného případu.

Počet aktivních závitů

$$n = \frac{G\,d^4\,s}{8\,D^3\,F} \tag{11}$$

Celkový počet závitů
Požadovaný počet uzavřených konců závitů závisí na návrhu konců pružiny a na výrobním procesu. Celkový počet závitů nt by měl být:

– pro pružiny vinuté za studena $n^t = n + 2$ (12)

– pro pružiny vinuté za horka $n^t = n + 1{,}5$ (13)

Rozdílné hodnoty počtu uzavřených závitů by měly být odsouhlaseny mezi kupujícím a výrobcem.

Minimální přípustná délka pružiny
Pro minimální přípustnou délku pružiny $L_n = L_c + S_a$ musí být součet minimálních mezer mezi sousedními aktivními závity:

– pro pružiny vinuté za studena $S_a = n\left(0{,}0015\frac{D^2}{d} + 0{,}1d\right)$ (14a)

– pro pružiny vinuté za horka $S_a = 0{,}02\,n\,(D + d)$ (14b)

V případě dynamicky zatížených pružin hodnota S_a ve výše uvedených rovnicích musí být pro pružiny vinuté za horka zdvojnásobena a pro pružiny vinuté za studena snížena koeficientem 1,5.

Pevná délka
Pevná délka L_c je:

– pro pružiny vinuté za studena s uzavřením, broušené konce $L_c \le n_t\, d_{max}$ (15)

– pro pružiny vinuté za studena s uzavřením, nebroušené konce $L_c \le (n_t + 1{,}5)\,d_{max}$ (16)

– pro pružiny vinuté za horka s uzavřením, broušené konce $L_c \le (n_t - 0{,}3)\,d_{max}$ (17)

– pro pružiny vinuté za horka s otevřením, nebroušené konce $L_c \le (n_t + 1{,}1)\,d_{max}$ (18)

Zvětšení vnějšího průměru pružiny při zatížení
Když je pružina stlačena, průměr závitu se zvyšuje velmi pomalu. Zvýšení vnějšího průměru pružiny, když je zatížena ΔD_e, je určeno rovnicí uvedenou níže, pro pevnou délku L_c a pro volné uložení pružiny.

$$\Delta D_e = 0{,}1\,\frac{m^2 - 0{,}8\,m\,d - 0{,}2\,d^2}{D} \tag{19}$$

kde

$m = \frac{s_c + n\,d}{n}$ pro pružiny s uzavřením, broušené konce

$m = \frac{s_c + (n + 1{,}5)\,d}{n}$ pro pružiny s otevřením, nebroušené konce

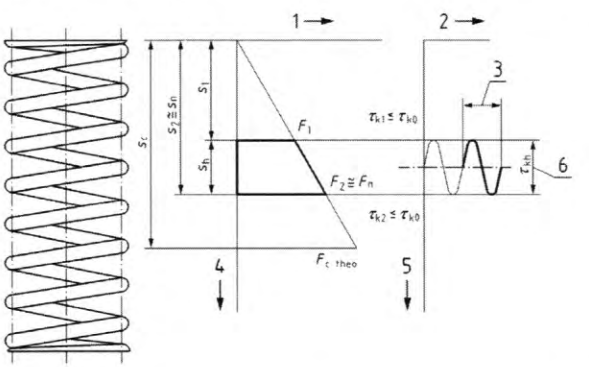
Základní frekvence
Přirozená frekvence prvního řádu v případě pružin s vedenými oběma konci a jedním koncem periodicky vybuzovaným v pracovním rozsahu je určena následující rovnicí:

$$f_e = \frac{3\,560\,d}{n\,D^2}\sqrt{\frac{G}{\rho}} \tag{20}$$

Dovolený rozsah napětí při dynamickém zatížení

V případě dynamicky zatěžovaných pružin je přípustný rozsah namáhání omezen požadovaným počtem cyklů a daným průměrem drátu nebo tyče.

Pro výpočet musí být brán v úvahu součinitel koncentrace napětí. Rozsah namáhání τ_{kh}, jak je zobrazen na následujícím obrázku – je rozdílem τ_{k1} *a* τ_{k2}.

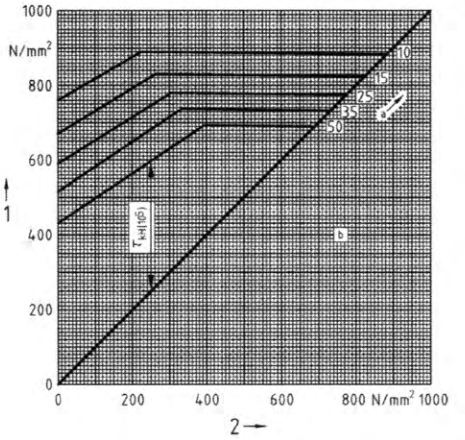


Legenda
1 *F*
2 *t* = čas
3 jeden zatěžovací cyklus
4 *s*
5 τ
6 amplituda

Oscilační diagram pružiny vystavené dynamickým namáháním

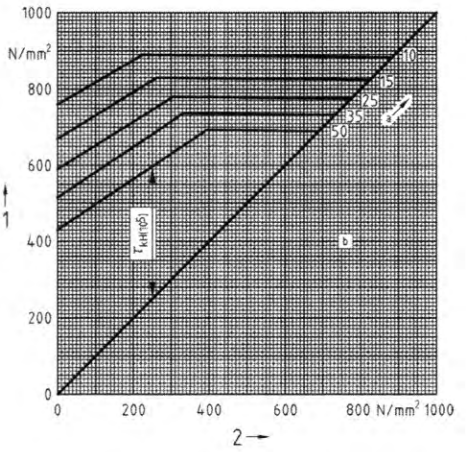
Pro uvedené hodnoty $\tau_{k1} = \tau_{kU}$, τ_{k2} nesmí překročit τ_{kO}, tj. rozsah namáhání τ_{kH} pro požadované stlačení pružiny (náraz) mezi dvěma polohami s_n nesmí překročit hodnotu nízkého cyklu nebo rozsah meze únavové životnosti τ_{kh} (...), která je stanovena podle následujících diagramů. V případě dynamicky zatěžovaných pružin musí být také ověřena pévná délka torzního namáhání τc zul, v úvahu musí být brána možnost, že dodatečná torzní namáhání mohou být superponovaná jako výsledek rezonance v těle pružiny.

Všechny dynamicky zatěžované pružiny by měly být krátce pěchovány. Krátké pěchování je proveditelné zpravidla, pokud jde o pružiny s jmenovitým průměrem drátu $d > 1$ mm, indexem pružiny $w < 15$ a mezerou mezi aktivními závity $a_d > d$. Proces krátkého pěchování musí být definován podle ISO 26910-1. Intenzita pěchování a dosah by měly být dohodnuty mezi kupujícím a výrobcem.



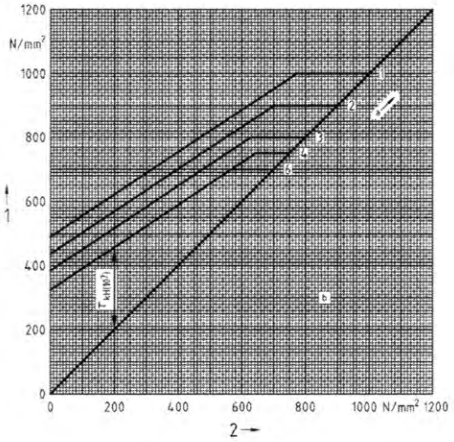
Legenda
1 $\tau_{kO}(10^5)$
2 $\tau_{kU}(10^5)$
a *d*
b $N = 10^5$

Diagram nízkého cyklu únavové pevnosti (Goodmanův diagram) pro pružiny vinuté za horka, vyrobené z speciální kvality oceli specifikované v EN 10089, se základním nebo lesklým osoustruženým povrchem, krátce pěchované



Legenda
1 $\tau_{kO}(10^6)$
2 $\tau_{kU}(10^6)$
a d
b $N = 10^6$

Diagram nízkého cyklu únavové pevnosti (Goodmanův diagram) pro pružiny vinuté za studena, vyrobené ze třídy FD nebo TD kaleného v oleji a temperovaného drátu specifikovaného v EN 10270-2, krátce pěchované



Legenda
1 $\tau_{kO}(10^6)$
2 $\tau_{kU}(10^6)$
a d
b $N = 10^6$

Diagram rozsahu meze únavové pevnosti (Goodmanův diagram) pro pružiny vinuté za studena, vyrobené z X10CrNi18-8, pružinového ocelového drátu, číslo materiálu 1,4310, specifikovaného v EN 10270-3, krátce nepěchované

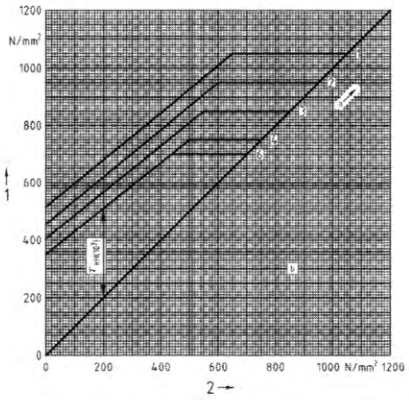


Diagram rozsahu meze únavové pevnosti (Goodmanův diagram) pro pružiny vinuté za studena, vyrobené z X7CrNiAl17-7, pružinového ocelového drátu, číslo materiálu 1,4568, specifikovaného v EN 10270-3, krátce nepěchované

Typy zatížení pro tažné pružiny

Před provedením konstrukčních výpočtů musí být specifikováno, zda tyto budou vystaveny statickému zatížení, kvazistatickému zatížení nebo dynamickému zatížení.

Statické a/nebo kvazistatické zatížení

Statické zatížení je konstantní zatížení v čase.

Kvazistatické zatížení je variabilní zatížení v čase s nepatrně malým rozsahem torzního namáhání (nárazové namáhání) (např. rozsah torzního namáhání až do 10 % únavové pevnosti); nebo variabilní zatížení s vyšším rozsahem torzního namáhání, ale pouze počet cyklů do 10^4.

Dynamické zatížení

V případě tažných pružin je dynamické zatížení variabilní v čase s počtem zatěžovacích cyklů nad 10^4 a rozsahem torzního namáhání vyšším než 10 % únavové pevnosti při:

a) konstantním rozsahu torzního namáhání;

b) variabilním rozsahu torzního namáhání;

V závislosti na požadovaném počtu cyklů N až do porušení je nezbytné rozlišovat dva následující případy:

c) rozsah meze únavy s počtem cyklů $N \geq 10^7$ pro pružiny vinuté za studena.

V tomto případě je rozsah torzního namáhání nižší než rozsah meze únavy.

d) omezená mez únavy, ve které $N < 10^7$ pro pružiny vinuté za studena.

V tomto případě je rozsah torzního namáhání vyšší než rozsah meze únavy, ale menší než nízkocyklový limit únavy.

Počáteční tahová síla F_0

Počáteční tahová síla je síla, která musí být použita na pružinu k tomu, aby překonala sílu, která stlačila závity jeden k druhému. Počáteční tahová síla je představena vinutím závitů tak, že tyto vyvíjejí určitý tlak proti každému druhému. Počáteční tahová síla dosažitelná tímto způsobem je primárně určena kvalitou drátu (pevnost v tahu), jmenovitým průměrem drátu d, indexem pružiny w a použitou výrobní metodou. Navíc počáteční tahová síla závisí na nekorigovaném maximálním přípustném torzním namáhání τ_n.

Navíjení na počáteční tahovou sílu F_0 je praktické pouze pro pružin vinutých za studena, které nejsou určeny pro žíhání při tepelné úpravě. Tažné pružiny s počáteční tahovou silou mají své závity stlačeny pevně dohromady. To může být specifikováno pro tažné pružiny, u kterých musí jejich závity ležet volně v kontaktu s každým druhým bez jakékoliv počáteční tahové síly. V takových případech malé množství počáteční tahové síly může být akceptováno, protože je nemožné získat rovnoměrně beznapěťové vinutí.

Za tepla vinuté tažné pružiny nemohou být vyrobeny bez počáteční tahové síly. Aplikovaná tepelná úprava způsobuje mezery mezi závity, velikost mezery je závislá na indexu pružiny w a stupni příslušného torzního namáhání. U pružin vinutých za tepla až do průměru tyče 25 mm se používají následující přibližné obrázky:

– mezera mezi aktivními závity = 0,5 mm do 5 mm odpovídá přípustnému torznímu namáhání τ_{zul} = 400 N/mm² (MPa) do 600 N/mm² (MPa) (při síle pružiny F_n).

Hodnoty materiálových vlastností pro výpočet pružin

Hodnoty materiálových vlastností uvedené v tabulce jsou pouze při okolní teplotě.

Materiál	E N/mm² (MPa)	G N/mm² (MPa)	ρ kg/dm³
Pružinový ocelový drát podle EN 10270-1	206 000	81 500	7,85
Pružinový ocelový drát podle EN 10270-2	206 000	79 500	7,85
Oceli podle EN 10089	206 000	78 500	7,85
Nerezové ocelové dráty podle EN 10270-3[a]			
X10CrNi18-8	180 000	70 000	7,90
X5CrNiMo17-12-2	175 000	68 000	8,00
X7CrNiAl17-7	190 000	73 000	7,80
X5CrNi18-10	185 000	65 000	7,90
X2CrNiMoN22-5-3	200 000	77 000	7,80
X1NiCrMoCu25-20-5	180 000	69 000	8,00
Slitina měď-cín CuSn6 R950 podle EN 12166, tažená, pružinově tvrdá	115 000	42 000	8,73
Slitina měď-zinek CuZn36 R700 podle EN 12166, tažená, pružinově tvrdá	110 000	39 000	8,40
Slitina měď-beryllium CuBe2 podle EN 12166	120 000	47 000	8,80
Slitina měď-kobalt-beryllium CuCo2Be podle EN 12166	130 000	48 000	8,80

[a] Modul E a G závisí na podmínkách temperování a pracovní teplotě.

Rovnice pro výpočet

Obecně

POZNÁMKA: Bez počáteční tahové síly F_0.

Práce při pružení

$$W = \frac{(F + F_0)\, s}{2} \tag{1}$$

Síla pružiny

$$F = \frac{G\, d^4\, s}{8\, D^3\, n} + F_0 \tag{2}$$

Stlačení pružiny

$$s = \frac{8\, D^3\, n\, (F - F_0)}{G\, d^4} \tag{3}$$

Tuhost pružiny

$$R = \frac{\Delta F}{\Delta s} = \frac{(F - F_0)}{s} = \frac{G\, d^4}{8\, D^3\, n} \tag{4}$$

Torzní namáhání

$$\tau = \frac{8\, D\, F}{\pi\, d^3} \tag{5}$$

$$\tau_k = k\, \tau \tag{6}$$

Zatímco torzní namáhání τ musí být převzato pro výpočet staticky nebo kvazistaticky zatížené pružiny, korigované torzní namáhání τ_k musí být použito pro dynamicky zatížené pružiny.

Jmenovitý průměr drátu nebo tyče

Výpočet optimálního jmenovitého průměru d drátu nebo tyče, když je torzní namáhání τ nahrazeno τ_{zul}, jak je uvedeno níže.

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{8\,F\,D}{\pi\,\tau_{zul}}} \tag{7}$$

Přípustné torzní namáhání τ_{zul} musí být vybráno podle návrhu příslušného případu.

Počet aktivních závitů

$$n = \frac{G\,d^4\,s}{8\;\;D^3\,(F - F_0)} \tag{8}$$

Celkový počet závitů

Následující vyjádření dává přibližné hodnoty pro celkový počet závitů u tažné pružiny s počáteční tahovou silou.

$$n_t = \frac{L_k}{d} - 1 \tag{9}$$

Pro tažné pružiny s otevřenou smyčkou podle přílohy a, obrázků A.1 až A.8 a A.13, $n = n_t$.

Pro tažné pružiny se zúžením v hácích nebo se závitovou zátkou podle přílohy A, obrázků A.9 až A.12, $n < n_t$, v závislosti na tvaru konce pružiny.

Počáteční tahová síla

$$F_0 = F - s\,R = F - \frac{G\,d^4\,s}{8\,D^3\,n} \tag{10}$$

Výpočet tažných pružin pro dynamické zatížení

Odhad trvanlivosti pružin vinutých za studena při dynamickém zatížení je obtížný kvůli složitému tvaru těchto pružin. Když jsou pružiny stlačeny, je zde nestejnoměrné rozložení torzních namáhání způsobené křivostí drátu v aktivních závitech jako v případě tlačných pružin (viz obr. 2). Maximální torzní namáhání musí být bráno v úvahu použitím součinitele koncentrace napětí k.

Když se použije součinitel koncentrace napětí k je výpočet vztažen pouze na aktivní závity. V tomto případě je hodnota rozsahu korigovaného torzního namáhání τ_{kh} významná, tj. rozdílné torzní namáhání F_1 a F_2.

Únavová životnost pružin je také zvláště ovlivněna tvarem smyček nebo koncovými zátkami. V přenosové oblasti z těla pružiny na smyčky je dodatečné torzní namáhání, které může převyšovat přípustná ohybová namáhání. Z tohoto důvodu zde nemohou být uvedeny obecné hodnoty pro únavovou pevnost (jako EN 13906-1).

Je doporučováno, aby únavové zkoušení bylo provedeno při aktuálních provozních podmínkách. V tomto případě musí být brán dostatečný počet vzorků, protože je velký rozptyl provedení.

Pro tažné pružiny podle této normy se smyčkami podle přílohy A se musí vyhnout dynamickému zatížení, protože pružiny jsou nestabilní pro krátké pěchování způsobené uzavřenou polohou sousedních závitů.

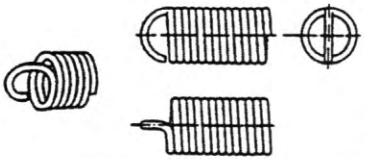
Pokud se nelze vyhnout dynamickému zatížení, pak musí být přednostně použity pružiny vinuté za studena se smyčkami nebo koncovými zátkami podle přílohy A, obrázky A.9 až A.12. Pokud je z návrhových důvodů nezbytný ohyb smyček nebo háků, musí být poloměr v přenášející oblasti k tělu pružiny proveden co možná největší.

Když je při maximální přípustné síle F_n dosaženo meze τ_{zul}, musí být předpokládáno, že síla pružiny F bude po určité době snížena kvůli uvolnění počáteční tahové síly.

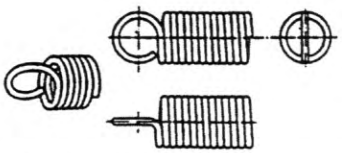
Nejsou vyloučena únavová porušení způsobená únavou materiálu.

Ve zvláštních případech musí být výrobce pružiny požádán o radu, pokud jde o detaily návrhu smyček nebo zátek. Ke zlepšení životnosti může být doporučováno krátké pěchování, zvláště u háků. Postup krátkého pěchování musí být definován podle ISO 26910-1. Intenzita pěchování a pokrytí by měla být dohodnuta mezi kupujícím a dodavatelem. Krátké pěchování může obecně být provedeno na pružinách s průměrem drátu $d > 1$ mm a indexu pružiny $w = 15$.

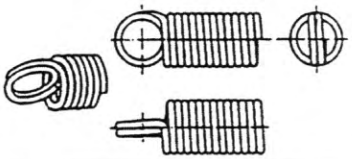
Některé příklady konců pružin



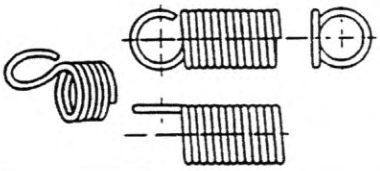
Obrázek A.1 – Poloviční německý hák
L_H = 0,55 D_i to 0,8 D_i (Otevřená smyčka)



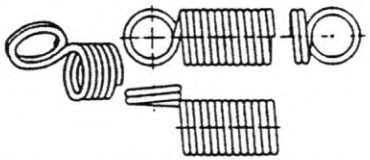
Obrázek A.2 – Uzavřená německá smyčka
L_H = 0,8 D_i to 1,1 D_i (Úplná smyčka)



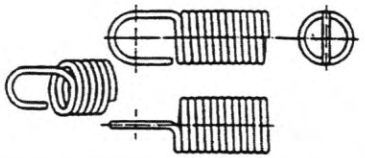
Obrázek A.3 – Dvojitá německá smyčka
L_H = 0,8 D_i to 1,1 D_i (Dvojitá smyčka)



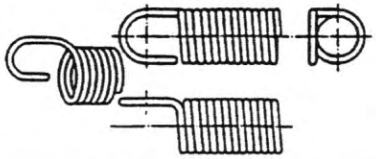
Obrázek A.4 – Německá boční smyčka
$L_H \approx D_i$ (Úplná smyčka na straně)



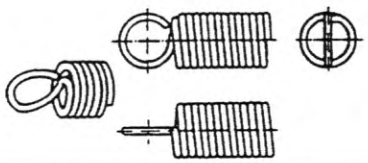
Obrázek A.5 – Rozšířená německé boční smyčka $L_H \approx D_i$ (dvojitá smyčka na straně)



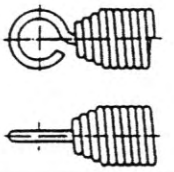
Obrázek A.6 – Háky (Zvednutý hák)



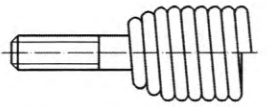
Obrázek A.7 – Rozšířený boční hák
(Zvýšený boční hák)



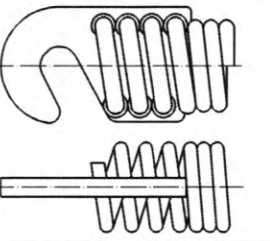
Obrázek A.8 – Anglická smyčka
$L_H \approx 1{,}1\ D_i$ (Úplná smyčka s posunem)



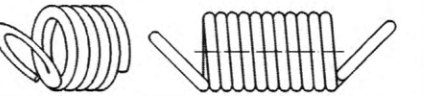
Obrázek A.9 – Svinutý do háku (Otočný hák)



Obrázek A.10 – Vinutý do šroubové zátky
(Svinutý v šroub)



Obrázek A.12 – Zašroubovaný v závěsu
(se závitem na desce)
Počet závitů na vinutí 2 až 4



Obrázek A.13 – Uzavřená německá smyčka
(Šikmá úplná smyčka)
Nakloněná a rozšířená, uzavřená německá smyčka

Parametry pružin

Průměr drátu d (mm)	Vnější průměr pružiny D_1 (mm)	Síla ve stavu plně zatíženém F_8 (N)	Předpětí F_0 (N) (přibliž., inform.)	Poměr vinutí i	Délka ve stavu volném l_0 (mm)	Celkový počet závitů z		Délka ve stavu plně zatíženém l_8 (mm)	Tuhost c (N/mm)	Měrné roztažení $1/c$ (mm/N)	Přírůstek napětí τ_c (MPa)	Hmotnost 1 000 ks (přibližně) (kg)
						oka v jedné rovině	oka v rovinách na sebe kolmých					
0,8	**5,8**	27,5	2,4	6,3	**18**	**10**	**9,75**	25,7	3,29	0,304	102	0,74
					19	**12**	**11,75**	28,2	2,74	0,365	85,3	0,87
					22	**16**	**15,75**	34,3	2,06	0,485	63,7	1,12
					26	**20**	**19,75**	41,5	1,65	0,606	50,9	1,36
					30	**25**	**24,75**	49	1,32	0,758	41,2	1,65
	7,1	23,1	2	8	**28**	**20**	**19,75**	53,5	0,825	1,21	30,4	1,7
					32	**25**	**24,75**	64	0,66	1,52	24,5	2,1
					38	**32**	**31,75**	79	0,515	1,94	19,1	2,65
					45	**40**	**39,75**	97	0,412	2,43	15,2	3,3
					53	**50**	**49,75**	118	0,33	3,04	12,2	4,1
1	**7,3**	41,7	3,8	6,3	**22**	**10**	**9,75**	31,5	4,03	0,248	80,4	1,5
					24	**12**	**11,75**	35,4	3,35	0,299	67,7	1,7
					28	**16**	**15,75**	43	2,52	0,397	50	2,2
					32	**20**	**19,75**	51	2,01	0,498	40,2	2,7
					38	**25**	**24,75**	61,5	1,61	0,621	32,4	3,3
	9	34,8	3,2	8	**36**	**20**	**19,75**	68	0,983	1,017	23,5	3,4
					40	**25**	**24,75**	80	0,786	1,272	18,6	4,2
					48	**32**	**31,75**	100	0,614	1,63	14,7	5,3
					56	**40**	**39,75**	121	0,491	2,04	11,8	6,5
					67	**50**	**49,75**	148	0,393	2,54	9,41	8,1

Pokračování

Průměr drátu d (mm)	Vnější průměr pružiny D_1 (mm)	Síla ve stavu plně zatíženém F_8 (N)	Předpětí F_0 (N) (přibliž., inform.)	Poměr vinutí i	Délka ve stavu volném l_0 (mm)	Celkový počet závitů z		Délka ve stavu plně zatíženém l_8 (mm)	Tuhost c (N/mm)	Měrné roztažení $1/c$ (mm/N)	Přírůstek napětí τ_c (MPa)	Hmotnost 1 000 ks (přibližně) (kg)
						oka v jedné rovině	oka v rovinách na sebe kolmých					
1,25	**9,25**	65,7	6	6,3	**28**	**10**	**9,75**	40,5	4,79	0,209	62,8	2,9
					30	**12**	**11,75**	44,9	3,99	0,251	51,9	3,4
					36	**16**	**15,75**	56	2,99	0,334	39,2	4,4
					40	**20**	**19,75**	65	2,39	0,418	31,4	5,3
					48	**25**	**24,75**	79	1,92	0,521	25	6,5
	11,25	54,9	5	8	**45**	**20**	**19,75**	86	1,23	0,813	18,6	6,7
					50	**25**	**24,75**	101	0,982	1,02	15,2	8,2
					60	**32**	**31,75**	125	0,768	1,302	11,8	10,3
					71	**40**	**39,75**	153	0,614	1,63	9,41	12,7
					85	**50**	**49,75**	187	0,491	2,04	7,55	15,5
1,6	**11,5**	98,1	9,5	6,3	**34**	**10**	**9,75**	47,5	6,79	0,147	50,9	5,9
					38	**12**	**11,75**	54,3	5,66	0,177	43,1	6,9
					45	**16**	**15,75**	66,5	4,25	0,235	32,4	8,9
					50	**20**	**19,75**	77	3,39	0,295	25,5	10,9
					60	**25**	**24,75**	93,5	2,72	0,368	20,6	13,4
	14,1	83,4	8	8	**56**	**20**	**19,75**	104	1,69	0,592	15,7	13,6
					63	**25**	**24,75**	119	1,35	0,741	12,4	16,5
					75	**32**	**31,75**	147	1,06	0,943	9,71	21
					90	**40**	**39,75**	179	0,844	1,18	7,75	26
					105	**50**	**49,75**	217	0,675	1,48	6,18	32

Pokračování

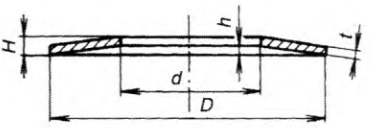
Průměr drátu d (mm)	Vnější průměr pružiny D_1 (mm)	Síla ve stavu plně zatíženém F_8 (N)	Předpětí F_0 (N) (přibliž., inform.)	Poměr vinutí i	Délka ve stavu volném l_0 (mm)	Celkový počet závitů z		Délka ve stavu plně zatíženém l_8 (mm)	Tuhost c (N/mm)	Měrné roztažení $1/c$ (mm/N)	Přírůstek napětí τ_c (MPa)	Hmotnost 1 000 ks (přibližně) (kg)
						oka v jedné rovině	oka v rovinách na sebe kolmých					
2	**14,5**	147	15	6,3	**45**	**10**	**9,75**	61	8,24	0,121	41,2	11,6
					48	**12**	**11,75**	67,5	6,87	0,146	34,3	13,6
					56	**16**	**15,75**	81,5	5,15	0,194	25,5	17,5
					63	**20**	**19,75**	95,5	4,12	0,243	20,6	21,5
					75	**25**	**24,75**	115	3,3	0,304	16,2	26
	18	123	13	8	**71**	**20**	**19,75**	127	1,97	0,508	11,8	27,5
					80	**25**	**24,75**	149	1,57	0,637	9,41	33,5
					95	**32**	**31,75**	185	1,23	0,813	7,35	42
					110	**40**	**39,75**	222	0,983	1,02	5,88	52
					130	**50**	**49,75**	270	0,786	1,27	4,71	64
2,5	**18,5**	220	24	6,3	**56**	**10**	**9,75**	76,5	9,59	0,104	31,4	23
					60	**12**	**11,75**	84,5	7,99	0,125	25,9	27
					71	**16**	**15,75**	104	5,99	0,167	19,6	35
					80	**20**	**19,75**	121	4,79	0,209	15,7	43
					95	**25**	**24,75**	146	3,84	0,260	12,5	52
	22,5	186	20	8	**90**	**20**	**19,75**	158	2,46	0,407	9,41	53
					100	**25**	**24,75**	185	1,97	0,508	7,55	65
					120	**32**	**31,75**	229	1,54	0,649	5,88	82
					140	**40**	**39,75**	276	1,23	0,813	4,71	101
					170	**50**	**49,75**	340	0,983	1,02	3,73	125

Průměr drátu d (mm)	Vnější průměr pružiny D_1 (mm)	Síla ve stavu plně zatíženém F_8 (N)	Předpětí F_0 (N) (přibliž., inform.)	Poměr vinutí i	Délka ve stavu volném l_0 (mm)	Celkový počet závitů z		Délka ve stavu plně zatíženém l_8 (mm)	Tuhost c (N/mm)	Měrné roztažení $1/c$ (mm/N)	Přírůstek napětí τ_c (MPa)	Hmotnost 1 000 ks (přibližně) (kg)
						oka v jedné rovině	oka v rovinách na sebe kolmých					
3,15	**23,15**	329	38	6,3	**71**	**10**	**9,75**	94,5	12,4	0,08	25	46
					75	**12**	**11,75**	103	10,3	0,09	21,1	54
					90	**16**	**15,75**	128	7,74	0,13	15,7	69
					100	**20**	**19,75**	148	6,19	0,16	12,6	85
					120	**25**	**24,75**	179	4,95	0,20	10,1	104
	28,15	275	32	8	**110**	**20**	**19,75**	187	3,17	0,315	7,65	106
					130	**25**	**24,75**	227	2,54	0,394	6,08	130
					150	**32**	**31,75**	274	1,98	0,505	4,81	165
					180	**40**	**39,75**	335	1,59	0,629	3,82	200
					210	**50**	**49,75**	400	1,27	0,787	3,04	250
4	**29**	466	60	6,3	**90**	**10**	**9,75**	115	16,5	0,06	20,6	93
					100	**12**	**11,75**	129,5	13,7	0,073	17,2	108
					110	**16**	**15,75**	149	10,3	0,097	12,7	139
					130	**20**	**19,75**	179	8,24	0,121	10,2	170
					150	**25**	**24,75**	212	6,59	0,152	8,24	210
	35,5	392	50	8	**140**	**20**	**19,75**	224	4,12	0,243	6,08	215
					160	**25**	**24,75**	265	3,29	0,304	4,9	265
					190	**32**	**31,75**	323	2,58	0,388	3,82	330
					220	**40**	**39,75**	390	2,06	0,485	3,04	410
					260	**50**	**49,75**	470	1,65	0,606	2,45	510

Poznámka: hodnoty F_8, F_0 a l_8 jsou vypočteny za předpokladu, že pružiny jsou tepelně zpracovány žíháním k snížení pnutí.

TALÍŘOVÉ PRUŽINY

Výběr z ČSN 02 6060 a ČSN 02 6063
Účinnost od 1. 5. 1978 a 1. 9. 1992



Označení talířové pružiny o vnějším průměru $D = 80$ mm, vnitřním průměru $d = 41$ mm, tloušťky $t = 5$ mm a volné výšky $H = 6{,}7$ mm

PRUŽINA $80 \times 41 \times 5 \times 6{,}7$ ČSN 02 6063

Výpočet talířových pružin

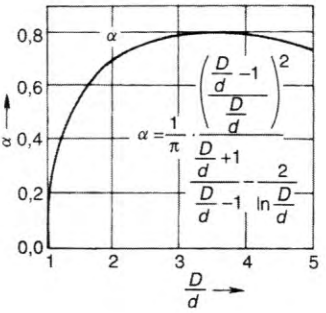
zobecněná síla vyvinutá pružinou

$$F = \frac{4Et^4}{\left(1 - \frac{1}{m^2}\right)\alpha D^2} \frac{s}{t}\left[\left(\frac{h}{t} - \frac{s}{t}\right)\left(\frac{h}{t} - \frac{s}{2t}\right) + 1\right],$$

kde: α – koeficient

$$\frac{1}{m} = 0{,}3$$

s – průhyb pružiny nebo sady pružin při zanedbání tření, $s \approx 0{,}8h$,



výpočet max. napětí u jednoduché pružiny

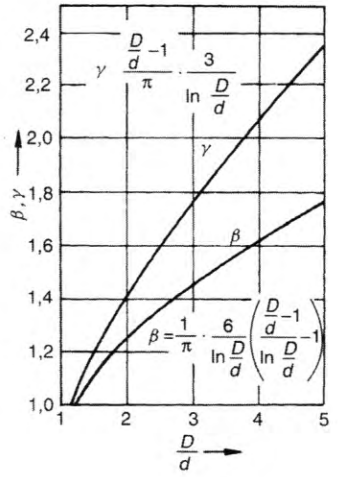
– pro tab. ze str. 619 (při $s_{max} = h$, $s = 0{,}75h$)

$$\sigma = 923\,100 \frac{tsd}{\alpha D^3}\left[(2\gamma - \beta)\left(\frac{h}{t} - \frac{s}{2t}\right) + \gamma\right],$$

– pro tab. ze str. 620 (při $s_{max} = h$, $s = 0{,}8h$),

$$\sigma = 923\,100 \frac{s}{\alpha D^2}\left[\beta\left(h - \frac{s}{2}\right) + \gamma t\right],$$

kde: β, γ – koeficienty, viz diagram,



výpočet tuhosti pružiny

$$c = \frac{4Et^3}{\left(1 - \frac{1}{m^2}\right)\alpha D^2}\left[\left(\frac{h}{t}\right)^2 - \frac{3h}{t}\frac{s}{t} + 1{,}5\left(\frac{s}{t}\right)^2 + 1\right]$$

Hlavní rozměrové a vypočtené hodnoty talířových pružin ($s = 0{,}75\ h$)

Jmenovité rozměry				Průhyb, zatížení, namáhání						Hmotnost 1 000 pružin
				při $s_{max} = h$			při $s = 0{,}75h$			
Vnější průměr D (mm)	Vnitřní průměr d (mm)	Tloušťka t (mm)	Volná výška H (mm)	s_{max} (mm)	F_{max} (N)	σ_{max} (MPa)	s (mm)	F (N)	σ (MPa)	(kg)
8	4,2	0,20	0,50	0,30	51	1 656	0,225	52	1 383	0,057
		0,30	0,55	0,25	145	1 652	0,188	120	1 337	0,086
		0,40	0,60	0,20	274	1 540	0,150	214	1 218	0,114
10	3,2	0,30	0,65	0,35	110	1 180	0,263	100	976	0,166
	4,2	0,40	0,70	0,30	236	1 347	0,225	193	1 086	0,203
	5,2	0,50	0,75	0,25	426	1 524	0,188	332	1 205	0,225
12	4,2	0,60	1,00	0,40	708	1 616	0,300	568	1 297	0,467
12,5	6,2	0,50	0,85	0,35	371	1 415	0,263	299	1 136	0,363
		0,70	1,00	0,30	872	1 513	0,225	672	1 189	0,508
16	8,2	0,60	1,05	0,45	512	1 404	0,338	418	1 130	0,698
		0,90	1,25	0,35	1 345	1 406	0,263	1 033	1 101	1,047
20	10,2	0,50	1,20	0,70	294	1 454	0,525	288	1 210	0,912
		0,80	1,35	0,55	947	1 421	0,413	763	1 140	1,460
		0,90	1,45	0,55	1 349	1 550	0,413	1 070	1 236	1,642
		1,00	1,55	0,55	1 850	1 678	0,413	1 453	1 332	1,825
		1,10	1,55	0,45	2 014	1 420	0,338	1 550	1 114	2,007
25	12,2	0,70	1,60	0,90	648	1 549	0,675	611	1 283	2,055
		0,90	1,60	0,70	1 071	1 293	0,525	879	1 043	2,642
		1,50	2,05	0,55	3 895	1 422	0,413	2 983	1 112	4,404
28	14,2	0,80	1,80	1,00	876	1 608	0,750	817	1 329	2,872
		1,00	1,80	0,80	1 368	1 370	0,600	1 129	1 107	3,590
		1,20	2,10	0,90	2 660	1 814	0,675	2 170	1 461	4,309
		1,50	2,15	0,65	3 752	1 434	0,488	2 896	1 128	5,386
31,5	16,3	0,80	1,90	1,10	771	1 484	0,825	749	1 234	3,584
		1,20	2,10	0,90	2 128	1 464	0,675	1 736	1 178	5,375
		1,80	2,50	0,70	5 586	1 466	0,525	4 289	1 148	8,063
35,5	18,3	0,90	2,10	1,20	940	1 410	0,900	901	1 170	5,135
		1,20	2,20	1,00	1 857	1 370	0,750	1 544	1 066	6,846
		2,00	2,80	0,80	6 878	1 467	0,600	5 288	1 150	11,410
40	20,4	1,00	2,40	1,40	1 177	1 454	1,050	1 153	1 210	7,299
		1,50	2,65	1,15	3 264	1 437	0,863	2 672	1 159	10,948
		2,00	3,10	1,10	7 399	1 678	0,825	5 812	1 332	14,598
		2,20	3,10	0,90	8 058	1 420	0,675	6 201	1 114	16,057
		2,50	3,45	0,95	12 481	1 681	0,713	9 572	1 316	18,247
45	22,4	1,20	2,85	1,65	1 867	1 575	1,238	1 814	1 309	11,270
45	22,4	1,80	3,10	1,30	4 965	1 478	0,975	4 027	1 188	16,904
		2,50	3,50	1,00	10 232	1 377	0,750	7 866	1 079	23,478

Hlavní rozměrové a vypočtené hodnoty talířových pružin ($s = 0{,}8\,h$)

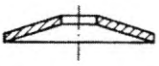
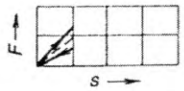
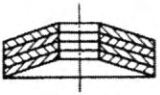
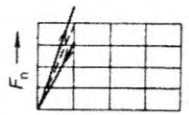
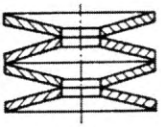
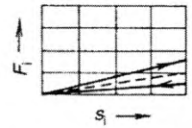
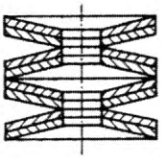
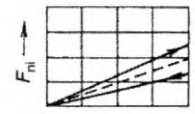
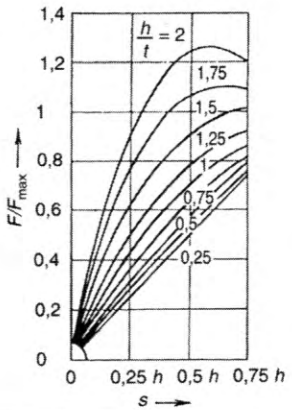
Jmenovité rozměry				Průhyb, zatížení, namáhání						Hmotnost jedné pružiny
				při $s_{max} = h$			při $s = 0{,}8h$			
Vnější průměr D (mm)	Vnitřní průměr d (mm)	Tloušťka t (mm)	Volná výška H (mm)	s_{max} (mm)	F_{max} (N)	σ_{max} (MPa)	s (mm)	F (N)	σ (MPa)	(kg)
45	28	3,00	3,50	0,50	10 672	1 560	0,40	8 566	1 266	0,023
50	25	3,00	4,00	1,00	14 358	2 522	0,80	11 640	2 070	0,035
	25	3,50	4,50	1,00	22 801	2 889	0,80	18 419	2 363	0,040
56	25	3,50	4,50	1,00	17 205	2 318	0,80	13 899	1 895	0,054
63	31	3,00	4,30	1,30	11 651	2 144	1,04	9 531	1 770	0,056
	31	3,50	4,90	1,40	19 925	2 660	1,12	16 246	2 192	0,065
70	35,5	3,00	5,10	2,10	15 514	3 088	1,68	13 141	2 588	0,067
	35,5	4,00	5,80	1,80	31 521	3 231	1,44	25 829	2 670	0,090
80	32	3,00	6,00	3,00	15 356	3 800	2,40	13 759	3 221	0,099
	41	4,00	6,20	2,20	29 688	3 138	1,76	24 613	2 609	0,116
	41	5,00	6,70	1,70	44 806	2 804	1,36	36 342	2 302	0,145
100	51	3,50	6,30	2,80	16 151	2 435	2,24	13 913	2 050	0,160
	51	4,00	7,00	3,00	25 831	2 933	2,40	22 059	2 464	0,182
	54	4,50	7,00	2,50	31 863	2 595	2,00	26 435	2 159	0,196
	54	5,00	8,00	3,00	52 450	3 516	2,40	43 772	2 932	0,218
110	45	4,50	7,50	3,00	27 588	2 700	2,40	23 247	2 256	0,280
	52	6,00	8,50	2,50	57 594	2 690	2,00	47 035	2 218	0,348
	52	5,00	8,00	3,00	39 996	2 872	2,40	33 379	2 393	0,290
125	45	3,50	8,00	4,50	14 634	3 047	3,60	14 029	2 608	0,293
	45	4,50	8,50	4,00	27 646	3 108	3,20	24 214	2 621	0,377

Koeficienty α, β, γ

$\frac{D}{d}$	α	β	γ	$\frac{D}{d}$	α	β	γ
1,2	0,291	1,019	1,040	**3,2**	0,776	1,464	1,810
1,4	0,464	1,080	1,136	**3,4**	0,782	1,502	1,880
1,6	0,570	1,140	1,221	**3,6**	0,782	1,540	1,943
1,8	0,643	1,190	1,304	**3,8**	0,778	1,579	2,009
2,0	0,690	1,228	1,380	**4,0**	0,777	1,608	2,070
2,2	0,724	1,271	1,458	**4,2**	0,775	1,642	2,136
2,4	0,743	1,311	1,530	**4,4**	0,768	1,668	2,190
2,6	0,758	1,350	1,600	**4,6**	0,766	1,700	2,250
2,8	0,768	1,390	1,672	**4,8**	0,765	1,735	2,322
3,0	0,774	1,427	1,740	**5,0**	0,760	1,767	2,380

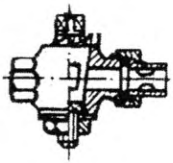
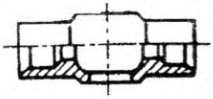
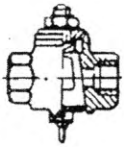
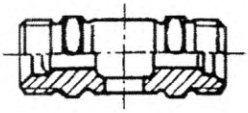
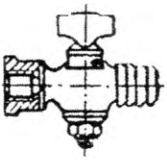
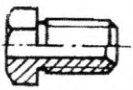
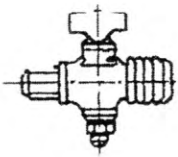
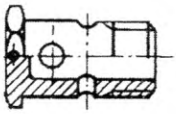
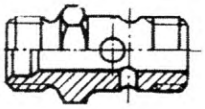
TALÍŘOVÉ PRUŽINY

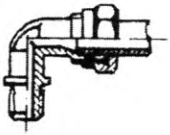
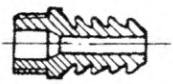
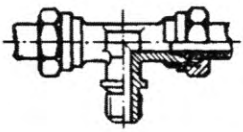
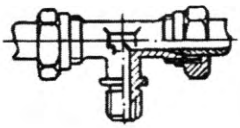
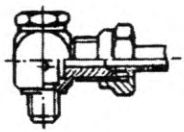
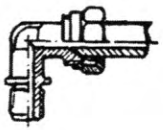
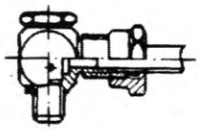
Výběr z ČSN 02 6060
Účinnost od 1. 5. 1978

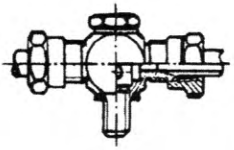
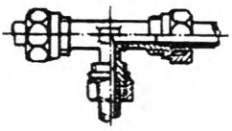
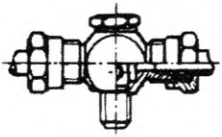
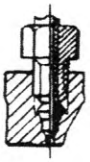
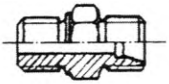
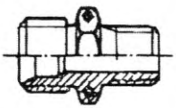
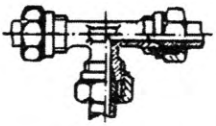
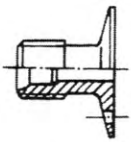
Název	Zobrazení	Charakteristika
samostatná		
sada pružin s uložením soulehlým	 $F_n = nF$	 $s_i = s$
sada pružin s uložením protilehlým	 $F_i = F$	 $s_i = is$
sada pružin s uložením kombinovaným	 $F_{ni} = nF$	 $s_{ni} = is$
průběh charakteristik v závislosti na $\frac{h}{t}$		

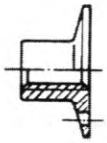
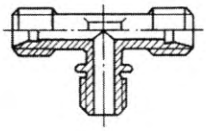
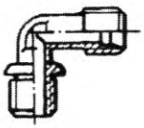
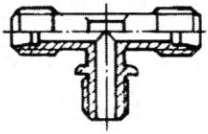
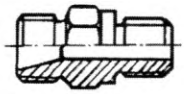
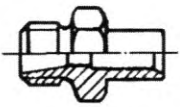
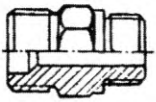
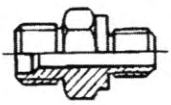
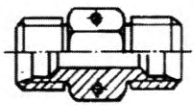
ARMATURY A POTRUBÍ

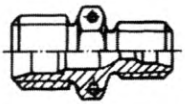
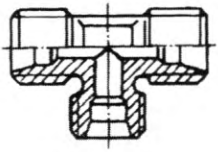
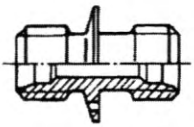
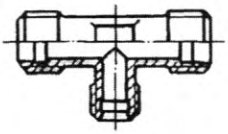
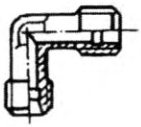
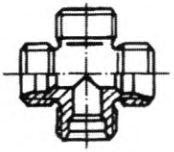
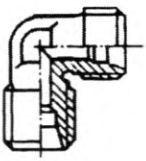
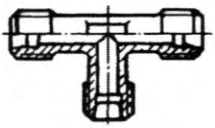
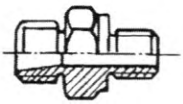
PŘEHLED ARMATUR A POTRUBÍ

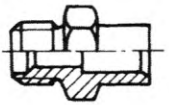
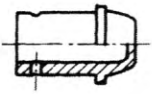
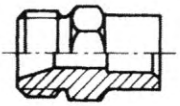
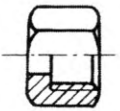
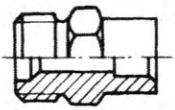
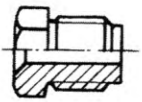
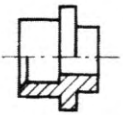
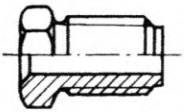
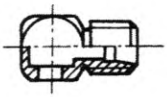
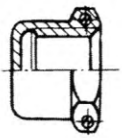
Název	Vyobrazení	ČSN	Název	Vyobrazení	ČSN
Plynové kohouty s nátrubkem závitovou přípojkou a čtyřhranem pro klíč		13 7411	Stavitelné přípojky dvoustranné		13 7973
Plynové kohouty nátrubkové s rukojetí		13 7412	Stavitelné přípojky se dvěma hrdly		13 7975
Plynové kohouty s nátrubkem a přípojkou pro hadici		13 7420	Přesuvné šrouby přípojek pro mazací ocelové trubky		13 7992
Plynové kohouty s čepem a přípojkou pro hadici		13 7421	Šrouby pro přípojky		13 7993
Plynové kohouty dvojité s čepem a přípojkami pro hadice		13 7426	Šrouby s hrdlem pro přípojky		13 7994

Název	Vyobrazení	ČSN	Název	Vyobrazení	ČSN
Hadicové násadce nátrubkové k plynovým spotřebičům		13 7450	Trubkové přípojky úhlové s připojovacím závitem trubkovým		13 7723
Hadicové násadce čepové k plynovým spotřebičům		13 7451	Trubkové přípojky T s připojovacím závitem metrickým		13 7724
Trubkové přípojky přímé s připojovacím závitem metrickým		13 7720	Trubkové přípojky T s připojovacím závitem trubkovým		13 7725
Trubkové přípojky přímé s připojovacím závitem trubkovým		13 7721	Trubkové přípojky stavitelné s připojovacím závitem metrickým		13 7726
Trubkové přípojky úhlové s připojovacím závitem metrickým		13 7722	Trubkové přípojky stavitelné s připojovacím závitem trubkovým		13 7727

Název	Vyobrazení	ČSN	Název	Vyobrazení	ČSN
Trubkové přípojky stavitelné T s připojovacím závitem metrickým		13 7728	Trubkové spojky T redukované		13 7733
Trubkové přípojky stavitelné T s připojovacím závitem trubkovým		13 7729	Závity a rozměry připojovacích dutin pro mazací trubky		13 7739
Trubkové spojky přímé		13 7730	Hrdla trubkových přípojek přímých s připojovacím závitem trubkovým		13 7851
Trubkové spojky úhlové		13 7731	Hrdla k zašroubování		13 7854
Trubkové spojky T		13 7732	Hrdla s přírubou		13 7855

Název	Vyobrazení	ČSN	Název	Vyobrazení	ČSN
Závitové příruby		13 7856	Hrdla trubkových přípojek T s připojovacím závitem metrickým		13 7870
Hrdla trubkových přípojek úhlových s připojovacím závitem metrickým		13 7860	Hrdla trubkových přípojek T s připojovacím závitem trubkovým		13 7871
Hrdla trubkových přípojek úhlových s připojovacím závitem trubkovým		13 7861	Hrdla těžkých šroubení hrdlových s kuželovým těsněním		13 7872
Hrdla lehkých šroubení hrdlových s kuželovým těsněním		13 7862	Hrdla těžkých šroubení hrdlových s plochým těsněním		13 7873
Hrdla lehkých šroubení hrdlových s plochým těsněním		13 7863	Zvlášť lehká šroubení pájená. Přímé spojky		13 7881

Název	Vyobrazení	ČSN	Název	Vyobrazení	ČSN
Redukční spojky		13 7882	Spojky T		13 7891
Spojky s přírubou		13 7883	Hrdla trubkových spojek T redukovaných		13 7892
Hrdla trubkových spojek úhlových		13 7885	Křížové spojky		13 7896
Kolena		13 7886	Nátrubky		13 7901
Hrdla trubkových spojek T		13 7890	Nátrubky lehkých šroubení trubkových s kuželovým těsněním		13 7905

Název	Vyobrazení	ČSN	Název	Vyobrazení	ČSN
Nátrubky lehkých šroubení trubkových s plochým těsněním		13 7906	Uzavírací kužele		13 7944
Nátrubky těžkých šroubení trubkových s kuželovým těsněním		13 7910	Přesuvné matice těžkých šroubení hrdlových a trubkových		13 7955
Nátrubky těžkých šroubení trubkových s plochým těsněním		13 7911	Přesuvné zátky lehkých šroubení zátkových		13 7962
Těsnicí prsteny lehkých šroubení s plochým těsněním		13 7934	Přesuvné zátky těžkých šroubení zátkových		13 7963
Oka trubkových přípojek stavitelných		13 7970	Uzavírací matice		13 7968

JMENOVITÉ TLAKY A PRACOVNÍ PŘETLAKY

Výběr z ČSN 13 0010
Účinnost od 1. 7. 1990

Pro součásti potrubí a armatury z tvářených ocelí

Materiál	Jmenovitý tlak PN									
	2,5	6	10	16	25	40	63	100	160	250
	Zkušební přetlak p_z (MPa)									
11 366.1 11 366.5 11 368.1 17 249.4	0,33	0,82	1,30	2,10	3,30	5,20	8,20	13,0	21,0	33,0
17 349.4 17 350.4	0,35	0,88	1,40	2,20	3,50	5,60	8,80	14,0	22,0	35,0
11 369.1 11 373.1 11 375.1 11 416.1 11 419.1 17 102.2 17 116.2 17 247.4 17 248.4 17 341.4	0,38	0,95	1,50	2,40	3,80	6,00	9,50	15,0	24,0	38,0
11 353.1 11 418.1 12 021.1 17 346.4 17 348.4	0,40	1,00	1,60	2,60	4,00	6,40	10,00	16,0	26,0	40,0
11 474.1 12 022.1 15 110.5 17 246.4	0,43	1,10	1,70	2,70	4,30	6,80	11,00	17,0	27,0	43,0
15 313.5	0,45	1,10	1,80	2,90	4,50	7,20	11,00	18,0	29,0	45,0
15 020.5 15 128.5 17 481.4	0,48	1,20	1,90	3,00	4,80	7,60	12,00	19,0	30,0	48,0
11 523.1 15 121.5 15 221,5	0,53	1,30	2,10	3,40	5,30	8,40	13,00	21,0	34,0	53,0
12 025.1	0,58	1,40	2,30	3,70	5,80	9,20	14,00	23,0	37,0	58,0
11 503.1	0,60	1,50	2,40	3,80	6,00	9,60	15,00	24,0	38,0	60,0
15 128.9	0,65	1,60	2,60	4,20	6,50	10,00	16,00	26,0	42,0	65,0
17 102.5 17 116.5	0,70	1,80	2,80	4,50	7,00	11,00	18,00	28,0	45,0	70,0
17 134.5	0,74	1,90	3,00	4,80	7,50	12,00	19,00	30,0	48,0	75,0

Pro součásti z šedé a tvárné litiny, oceli na odlitky a neželezných kovů

Materiál	Jmenovitý tlak PN									
	2,5	6	10	16	25	40	63	100	160	250
	Zkušební přetlak p_z (MPa)									
42 2420 42 2425 42 2304 42 2314	0,38	0,95	1,50	2,40	3,80	6,00	–	–	–	–
42 2939.9	0,32	0,82	1,30	2,10	3,20	5,20	8,20	13,0	21,0	32,0
42 2643.1 42 2713.5	0,38	0,95	1,50	2,40	3,80	6,00	9,50	15,0	24,0	38,0
42 2712.5	0,43	1,10	1,70	2,70	4,30	6,80	11,0	17,0	27,0	43,0
42 2744.5	0,48	1,20	1,90	3,00	4,80	7,60	12,0	19,0	30,0	48,0
42 2943.3	0,50	1,30	2,00	3,20	5,00	8,00	13,0	20,0	32,0	50,0
42 2916.9 42 2917.7	0,57	1,40	2,30	3,70	5,70	9,20	14,0	23,0	37,0	57,0
42 3004.11 42 3005.11 42 3048.2 42 3119.00 42 3123.00 42 3135.00 42 3137.00 42 3138.00 42 3145.00 42 3213.21 42 3214.1 42 3222.11 42 3223.1 42 3239.11 42 4005.11	0,38	0,95	1,50	2,40	3,80	6,00	9,50	15,0	24,0	38,0

JMENOVITÉ SVĚTLOSTI

Výběr z ČSN EN ISO 6708
(13 0015)
Účinnost od 1. 12. 1996

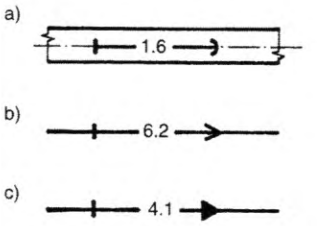
Označení jmenovité světlosti:

DN 200

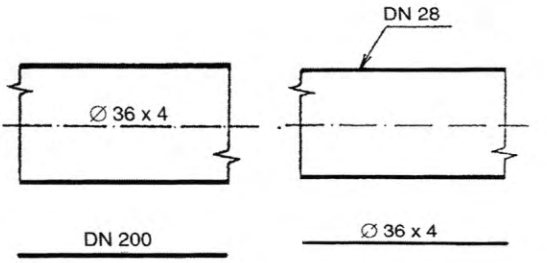
Rozměry v mm

Jmenovitá světlost DN – preferované hodnoty			
10	125	800	2 400
15	150	900	2 600
20	200	1 000	2 800
25	250	1 100	3 000
32	300	1 200	3 200
40	350	1 400	3 400
50	400	1 500	3 600
60	450	1 600	3 800
65	500	1 800	4 000
80	600	2 000	
100	700	2 200	

Označení dopravní látky v potrubí:



Označení jmenovité světlosti:



OZNAČOVÁNÍ POTRUBÍ PODLE PROVOZNÍ TEKUTINY

Výběr z ČSN 13 0072
Účinnost od 1. 8. 1991

Číslo skupiny	Název	Barva pruhu a štítku		Barva písma a okraje štítku
		název odstínu	příklad odstínu podle přílohy k ČSN 67 3067	
1	Voda	zeleň světlá	5014	černá
2	Pára vodní	šeď stříbrná	1010	černá
3	Vzduch	modř světlá	4400	bílá
4	Plyny hořlavé	okr žlutý	6600	černá
5	Plyny nehořlavé	okr žlutý	6600	černá
6	Kyseliny a tekutiny povahy kyselé	fialová	–	bílá
7	Zásady a tekutiny povahy zásadité	fialová	–	bílá
8	Tekutiny hořlavé	hnědá	2320	bílá
9	Tekutiny nehořlavé	hnědá	2320	bílá
10	Ostatní	černá	1999	bílá

Podle provozní tekutiny se potrubí označuje:

- po celé délce potrubí vrchním barevným nátěrem,
- barevnými pruhy,
- barevnými samolepicími pásy.

Šířka barevného pruhu a pásu — Rozměry v mm

Průměr potrubí včetně izolace	Šířka
do 100	min 150
od 100 do 800	400
přes 800	0,5 × průměr potrubí

Pruhy a pásy se označují potrubí ve vzdálenosti 150 až 500 mm od strojního zařízení, potrubních křižovatek, armatur, před a za překážkami nebo stěnami, kterými potrubí prochází. Na rovném potrubí pravidelně ve vzdálenosti 5 až 10 m.

TLAKOVÉ ZTRÁTY V POTRUBÍ

Ztrátové součinitele ξ místních odporů

Armatury

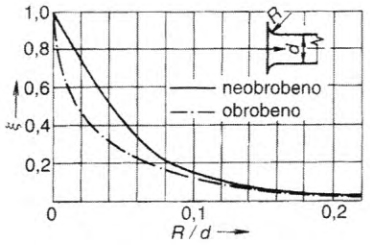
Druh armatury	Jmenovitá světlost DN									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Uzavírací ventil s kolmým vřetenem[1])	5	5,4	5,8	6,2	6,6	7,0	7,4	7,7	8,0	8,3
Uzavírací ventil nárožní[1])	3,3	4,1	4,7	5,3	5,8	6,2	6,4	6,6	6,8	6,9
Proudový ventil se šikmým vřetenem[1])	2,9	2,3	1,8	1,4	1,2	1,0	0,9	0,86	0,83	0,8
Zpětná klapka	1,3	1,5	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
Kompenzátor tvaru U	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
Kompenzátor lyrový	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
Kompenzátor ucpávkový	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

[1]) při úplném otevření

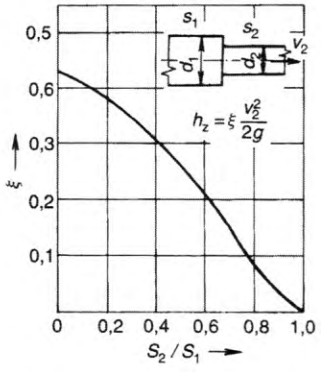
Kolena se stálým poloměrem zakřivení osy R a s průměrem d

ξ_{90} pro kolena $\alpha = 90°$						
R/d		1	2	4	6	10
ξ_{90} (hladké)		0,23	0,14	0,10	0,09	0,08
ξ_{90} (drsné)		0,51	0,30	0,23	0,20	0,18
Opravný součinitel pro $\alpha \neq 90°$						
α (°)	45	60	90	120	135	180
ξ/ξ_{90}	0,627	0,782	1	1,162	1,216	1,408

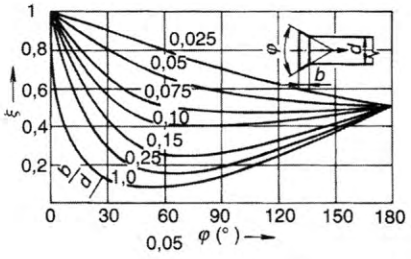
Součinitele místních ztrát při vstupu do potrubí



Ztrátový součinitel ξ zaoblených vtoků do potrubí



Ztrátový součinitel ξ zkosených vtoků do potrubí



Součinitel ζ místních ztrát při náhlém zúžení průřezu

BEZEŠVÉ OCELOVÉ TRUBKY

Materiál: 11 353.1, 11 369.1, 11 419.1, 12 022.1, 15 128.5, 15 128.9

DN	D (mm)	ČSN 42 5715		ČSN 42 5716							
		Jmenovitý tlak PN									
		40		63		100		160		250	
		Teoretická a výpočtová tloušťka stěny trubky t_t a t_v (mm)									
		t_t	t_v	t_t	t_v	t_t	t_v	t_t	t_v	t_t	t_v
10	14,0	0,238	1,388	0,378	1,578	0,584	1,784	0,910	2,160	1,372	2,672
15	21,3	0,362	1,752	0,575	1,900	0,888	2,213	1,384	2,746	2,087	3,537
20	26,9	0,457	1,847	—	—	—	—	—	—	—	—
25	33,7	0,573	1,963	0,910	2,235	1,405	2,768	2,190	3,690	3,303	4,928
32	42,4	0,721	2,111	—	—	—	—	—	—	—	—
40	48,3	0,821	2,211	1,304	2,667	2,014	3,464	3,139	4,764	4,704	6,404
50	60,3	1,025	2,460	1,628	3,028	2,514	4,077	3,919	5,507	5,909	7,909
65	76,1	1,294	2,774	2,055	3,505	3,173	4,798	4,946	6,821	7,458	9,708
80	88,9	1,511	3,051	2,400	3,900	3,707	5,407	5,778	7,778	8,712	11,270
100	114,3	1,943	3,543	3,086	4,711	4,766	6,641	7,429	9,679	11,200	13,950
125	139,7	2,375	4,050	3,772	5,472	5,825	7,825	9,080	11,640	13,690	16,940
150	168,3	2,861	4,611	4,544	6,419	7,018	9,268	10,940	13,690	16,490	19,990
200	219,1	3,725	5,670	5,916	7,916	9,136	11,700	14,240	17,490	21,470	24,970
250	273,0	4,641	6,691	7,371	9,621	11,380	14,380	17,740	20,940	26,750	30,950
300	323,9	5,506	7,706	8,745	11,310	13,510	16,760	21,050	24,550		
350	355,6	6,045	8,395	9,601	12,160	14,830	18,330	23,110	26,910		
400	406,4	6,909	9,559	10,970	13,720	16,950	19,950	26,420	30,620		
500	508,0	8,636	11,740	13,720	16,970	21,180	24,680				

Teoretické tloušťky stěn trubek t_t jsou vypočítané s použitím dovoleného namáhání podle ČSN 13 0010.

Výpočtové tloušťky stěn trubek t_v byly stanoveny zvětšením teoretických tlouštěk stěn trubek o přídavek 1 mm na korozi a erozi trubek a o přídavek na nepřesnost výroby.

Vnější průměry, výrobní tloušťky stěn a vnitřní průměry bezešvých ocelových trubek

DN	D (mm)	ČSN 42 5715			ČSN 42 5716											
		Jmenovitý tlak PN														
		40[1])			63			100			160			250		
		Výrobní tloušťka stěny trubky t (mm), vnitřní průměr d (mm) a hmotnost trubky m (kg.m^{-1})														
		t	d	m	t	d	m	t	d	m	t	d	m	t	d	m
10	14,0[2])	1,5	11,0	0,462	2,0	10,0	0,592	2,0	10,0	0,592	2,5	9,0	0,709	3,0	8,0	0,814
15	21,3	2,6	16,1	1,200	2,6	16,1	1,200	2,6	16,1	1,200	2,9	15,5	1,320	3,6	14,1	1,570
20	26,9	2,6	21,7	1,560	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
25	33,7	2,6	28,5	1,990	2,6	28,5	1,990	2,9	27,9	2,200	4,0	25,7	2,930	5,0	23,7	3,540
32	42,4	2,6	37,2	2,550	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
40	48,3	2,6	43,1	2,930	2,9	42,5	3,250	3,6	41,1	3,970	5,0	38,3	5,340	7,0[3])	34,0	7,080
50	60,3	2,9	54,5	4,110	3,2	53,9	4,510	4,5	51,3	6,190	6,3	47,7	8,390	8,0	44,3	10,300
65	76,1	3,2	69,7	5,750	3,6	68,9	6,440	5,0	66,1	8,770	7,0	62,1	11,900	10,0	56,1	16,300
80	88,9	3,6	81,7	7,570	4,0	80,9	8,380	5,6	77,7	11,500	8,0	72,9	16,000	12,5	63,9	23,600
100	114,3	4,0	106,3	10,900	5,0	104,3	13,500	7,0	100,3	18,500	10,0	94,3	25,700	14,0	86,3	34,600
125	139,7	4,5	130,7	15,000	5,6	128,5	18,500	8,0	123,7	26,000	12,5	114,7	39,200	18,0	103,7	54,000
150	168,3	5,0	158,3	20,100	7,0	154,3	27,800	10,0	148,3	39,000	14,0	140,3	53,300	20,0	128,3	73,100
200	219,1	6,3	206,5	33,100	8,0	203,1	41,600	12,5	194,1	63,700	18,0	183,1	89,300	25,0	169,1	120,000
250	273,0	7,0	259,0	45,900	10,0	253,0	64,900	16,0	241,0	101,000	22,0	229,0	136,000	32,0	209,0	190,000
300	323,9	8,0	307,9	62,300	12,5	298,9	96,000	18,0	287,9	136,000	25,0	273,9	184,000			
350	355,6	9,0	337,6	76,900	12,5	330,6	106,000	20,0	315,6	166,000	28,0	299,6	226,000			
400	406,4	11,0	384,4	107,000	14,0	378,4	135,000	20,0	366,4	191,000	32,0	342,4	295,000			
500	508,0	14,0	480,0	171,000	18,0	472,0	218,000	25,0	458,0	298,000						

Trubky podle této normy se používají v rozsahu pracovních přetlaků podle ČSN 13 0010.

[1]) Pro jmenovité tlaky nižší než PN 40 platí rozměry trubek stanovené pro PN 40.

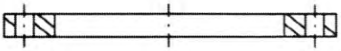
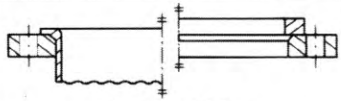
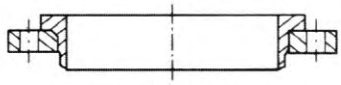
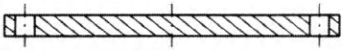
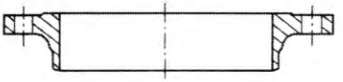
[2]) Pro průměr 14 mm se používají trubky podle ČSN 42 6711.

Nutno použít trubku ∅48 × 7 mm podle ČSN 42 6711.

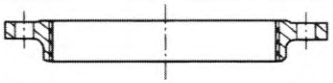
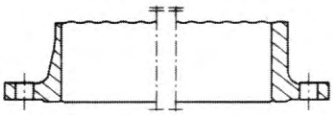
PŘÍRUBY A PŘÍRUBOVÉ SPOJE

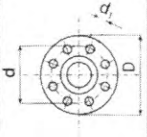
Výběr z ČSN EN 1092-1+A1
(13 1170)
Účinnost od 1. 8. 2014

Přehled použití přírub

Typy příruby	PN \ DN	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
 Typ 01 Plochá přivařovací příruba	2,5	Použije se PN 6																				
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	10	Použije se PN 40						Použije se PN 16						X	X	X	X	X	X	X	X	X
	16	Použije se PN 40						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	25	Použije se PN 40												X	X	X	X	X	X	X	X	X
	40	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	63	Použije se PN 100						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	100	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
 Typy 02 a 32/33	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	10	Použije se PN 40						Použije se PN 16						X	X	X	X	X	X	X	X	X
	16	Použije se PN 40						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	25	Použije se PN 40												X	X	X	X	X	X	X	X	X
	40	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
 Typy 04 a 34	10	Použije se PN 40						Použije se PN 16						X	X	X	X	X	X	X	X	X
	16	Použije se PN 40						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	25	Použije se PN 40												X	X	X	X	X	X	X	X	X
	40	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
 Typ 05 Zaslepovací příruba	2,5	Použije se PN 6																				
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	10	Použije se PN 40						Použije se PN 16						X	X	X	X	X	X	X	X	X
	16	Použije se PN 40						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	25	Použije se PN 40												X	X	X	X	X	X	X	X	X
	40	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	63	Použije se PN 100						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	100	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
 Typ 11 Přivařovací příruba s krkem	2,5	Použije se PN 6																				
	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	10	Použije se PN 40						Použije se PN 16						X	X	X	X	X	X	X	X	X
	16	Použije se PN 40						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	25	Použije se PN 40												X	X	X	X	X	X	X	X	X
	40	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	63	Použije se PN 100						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	100	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Typ 12 Násuvná přivařovací příruba s krkem	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	10	Použije se PN 40						Použije se PN 16						X	X	X	X	X	X	X	X	X
	16	Použije se PN 40						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	25	Použije se PN 40												X	X	X	X	X	X	X	X	X
	40	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	63	Použije se PN 100						X	X	X	X	X	X	X								
	100	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								

Přehled použití přírub – *pokračování*

	PN \ DN	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
 Typ 13 Závitová příruba s krkem	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	10	Použije se PN 40											Použije se PN 16									
	16	Použije se PN 40						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	25	Použije se PN 40																				
	40	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	63	Použije se PN 100						X	X	X	X	X	X	X								
	100	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
 Typ 21 Integrální příruba (přírubové hrdlo)	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	10	Použije se PN 40						Použije se PN 16						X	X	X	X	X	X	X	X	X
	16	Použije se PN 40						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	25	Použije se PN 40												X	X	X	X	X	X	X	X	X
	40	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	63	Použije se PN 100						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	100	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

DN	PN 2,5					PN 6					PN 10					PN 16					PN 25					PN 40				
	D	*d*	d_1	M	*n*	*D*	*d*	d_1	M	*n*	*D*	*d*	d_1	M	*n*	*D*	*d*	d_1	M	*n*	*D*	*d*	d_1	M	*n*	*D*	*d*	d_1	M	*n*
10						75	50	11	10	4	jako PN 40					jako PN 40					jako PN 40					90	60	14	12	4
15						80	55																			95	65			
20						90	65																			105	75			
25						100	75																			115	85			
32						120	90	14	12																	140	100	18	16	
40						130	100																			150	110			
50						140	110																			165	125			
65						160	130				jako PN 16					18	145	18	16	4						185	145			
80						190	150				jako PN 40					jako PN 40										200	160			
100						210	170	18	16	8	jako PN 16					220	180	18	16	8						235	190	22	20	8
125						240	200									250	210									270	220	26	24	
150	jako PN 6					265	225									285	240	22	20							300	250			
200						320	280				340	295	22	20	8	340	295				360	310	26	24		375	320	30	27	12
250						375	335				395	350			12	405	355	26	24	12	425	370	30	27	12	450	385	33	30	
300						440	395	22	20	12	445	400				460	410				485	430				515	450			16
350						490	445				505	460			16	520	470			16	555	490	33	30	16	580	510	36	33	
400						540	495			16	565	515	26	24		580	525	30	27		620	550	36	33		660	585	39	36	
500						645	600			20	670	620			20	715	650	33	30	20	730	660			20	755	670	42	39	20
600						755	705	26	24		780	725	30	27		840	770	36	33		845	770	39	36		890	795	48	45	

Dovolené namáhání částí potrubí

Materiál	Dovolené namáhání při provozu[1] $[\sigma]$	Dovolené namáhání při tlakové zkoušce $[\sigma]_z$
Uhlíková a nízkolegovaná ocel	$[\sigma] = \left\{ \frac{R_m{}^{2)}}{2,4} ; \frac{R_e}{1,5} ; \frac{R_{p1,0/10^5}}{1,0} ; \frac{R_{m/10^5}}{1,5} \right\}$	$[\sigma]_z = \frac{R_e^{20}}{1,1}$
Austenitické oceli	$[\sigma] = \text{Min} \left\{ \frac{R_m{}^{2)}}{2,4} ; \frac{R_{p1,0}{}^{3)}}{1,5} ; \frac{R_{p1,0/10^5}}{1,0} ; \frac{R_{m/10^5}}{1,5} \right\}$	$[\sigma]_z = \frac{R_{p1,0}^{20}}{1,1}$
Tvárná litina žíhaná	$[\sigma] = \text{Min} \left\{ \frac{R_m}{4,8} ; \frac{R_e}{3,0} \right\}$	$[\sigma]_z = \text{Min} \left\{ \frac{R_m^{20}}{2,4} ; \frac{R_e^{20}}{1,5} \right\}$
Šedá litina žíhaná	$[\sigma] = \frac{R_m}{7,0}$	$[\sigma]_z = \frac{R_m^{20}}{3,5}$
Šedá litina nežíhaná	$[\sigma] = \frac{R_m}{9,0}$	
Barevné kovy	$[\sigma] = \frac{R_m}{3,5}$	$[\sigma]_z = \frac{R_m^{20}}{2,0}$

[1]) Hodnoty uvedené ve jmenovatelích zlomků jsou součinitelé bezpečnosti.

[2]) Pokud u ocelí není známa hodnota R_m, je možno dosadit za R_m hodnotu R_m^{20} pokud platí:

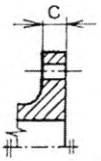
$$\frac{R_z^{20} \text{ resp. } R_{p1,0}^{20}}{R_m^{20}} \leqq 0,75$$

[3]) Nemá-li materiál uvedeny hodnoty $R_{p1,0}$, možno použít hodnot $R_{p0,2}$ a součinitel bezpečnosti snížit na 1,35.

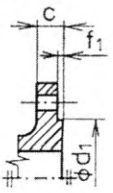
Označení

$[\sigma]$ (MPa)	dovolené namáhání při výpočtové teplotě
$[\sigma]_z$ (MPa)	dovolené namáhání při tlakové zkoušce nebo při montáži
R_m^{20} (MPa)	minimální hodnota meze pevnosti materiálu při 20 °C
R_m (MPa)	minimální hodnota meze pevnosti materiálu při výpočtové teplotě
R_c^{20} (MPa)	minimální hodnota meze kluzu materiálu při 20 °C
R_e (MPa)	minimální hodnota meze kluzu materiálu při výpočtové teplotě
$R_{p1,0}^{20}$ (MPa)	minimální hodnota smluvní meze kluzu materiálu, vyvolávající trvalou deformaci 1 % při 20 °C
$R_{p1,0}$ (MPa)	minimální hodnota smluvní meze kluzu materiálu, vyvolávající trvalou deformaci 1 % při výpočtové teplotě
$R_{p0,2}$ (MPa)	minimální hodnota smluvní meze kluzu materiálu, vyvolávající trvalou deformaci 0,2 % při výpočtové teplotě
$R_{p1,0/10^5}$ (MPa)	střední hodnota meze tečení v tahu, vyvolávající za 10^5 hodin trvalé prodloužení 1 % při výpočtové teplotě
$R_{m/10^4}$, $R_{m/10^5}$, $R_{m/2 \cdot 10^5}$ (MPa)	střední hodnota dlouhodobé pevnosti v tahu, vyvolávající lom po 10^4, 10^5, $2 \cdot 10^5$ hodinách při výpočtové teplotě

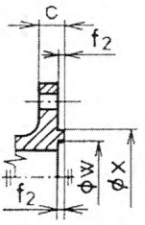
Rozměry těsnicích ploch přírub



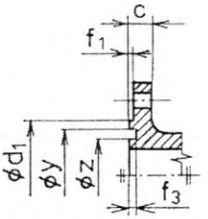
Typ A: Rovně těsnicí plocha



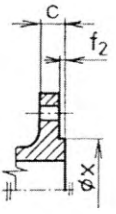
Typ B: Těsnicí lišta (B1 a B2)



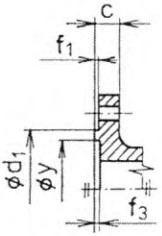
Typ C: Pero



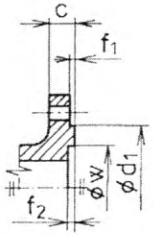
Typ D: Drážka



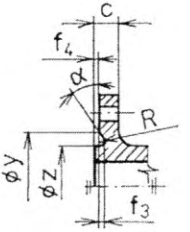
Typ E: Nákružek



Typ F: Výkružek



Typ G: Nákružek pro O-kroužek

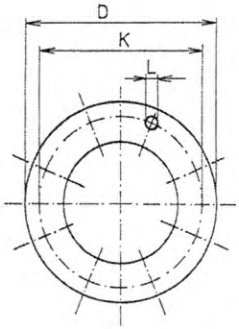


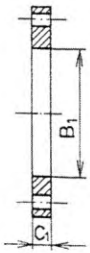
Typ H: Drážka pro O-kroužek

DN	d_1								f_1	f_2	f_3	f_4	w	x	y	z	α °	R
	PN 2,5	PN 6	PN 10	PN 16	PN 25	PN 40	PN 63	PN100										
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm
10		35						40					24	34	35	23	–	
15		40						45					29	39	40	29	–	
20		50						58					36	50	51	35		
25		60						68					43	57	58	42		
32		70	Použijí se rozměry PN 100					78		4,5	4,0	2,0	51	65	66	50		2,5
40		80						88					61	75	76	60	41°	
50		90						102					73	87	88	72		
65		110						122					95	109	110	94		
80		128						138					106	120	121	105		
100	Použijí se	148	158	158	162	162	162	162					129	149	150	128		
125	rozměry PN 6	178	188	188	188	188	188	188					155	175	176	154		
150		202	212	212	218	218	218	218		5,0	4,5		183	203	204	182	32°	3
200		258	268	268	278	285	285	285					239	259	260	238		
250		312	320	320	335	345	345	345					292	312	313	291		
300		365	370	378	395	410	410	410	2				343	363	364	342		
350		415	430	438	450	465	465	465					395	421	422	394		
400		465	482	490	505	535	535	535					447	473	474	446		
450		520	532	550	555	560	560	560					497	523	524	496	27°	3,5
500		570	585	610	615	615	615	615					549	575	576	548		
600		670	685	725	720	735	735	–		5,5	5,0	3,0	649	675	676	648		

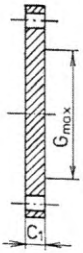
Rozměr *C* zahrnuje tloušťku příruby včetně tloušťky těsnicí lišty. Průměr ∅ kouzku je 2*R*.

Rozměry přírub PN 2,5

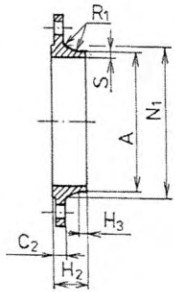




Typ 01



Typ 05



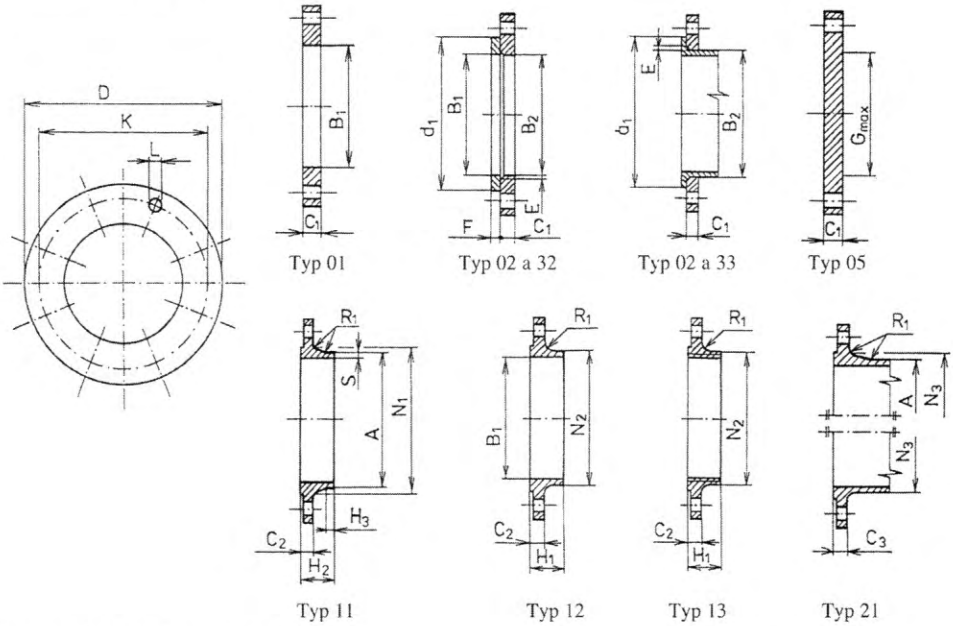
Typ 11

Tento náčrt představuje uspořádání děr pro šrouby, nikoliv však jejich správný počet.
Skutečný počet je uveden v tabulce PN 6.

Rozměry v mm

DN	Připojovací rozměry					Vnější průměr krku	Vnitřní průměr příruby	Tloušťka listu příruby		Průměr nákružku	Délky		Průměr krku	Poloměr zaoblení	Tloušťka krku (viz 5.6.1)
	Vnější průměr	Průměr roztečné kružnice šroubu	Průměr pro šroub	Šrouby											
	D	K	L	Počet	Rozměr	A	B_1	C_1	C_2	G_{max}	H_2	H_3	N_1	R_1	S
	Typ příruby														
	01,05,11					11	01	01 05	11	05	11	11	11	11	11
10 až 1 000	Použije se PN 6 (rozměry pro tyto světlosti jsou shodné)														

Rozměry přírub PN 6



Skutečný počet děr je uveden v tabulce.

Rozměry v mm

DN	Připojovací rozměry: Vnější průměr D	Průměr roztečné kružnice šroubu K	Vnější průměr krku A	Vnitřní průměr příruby: B_1	B_2	Tloušťka listu příruby: C_1	C_2 C_3	C_4	Zkosení E	Tloušťka kroužku F	Průměr nákružku G_{max}	Délky: H_1	H_2	H_3	Průměr krku: N_1	N_2	N_3	Poloměr zaoblení R_1	Tloušťka krku (viz 5.6.1) S
	Typ přílohy																		
	01,02,05,11,12,13,21		11 21[b]	01 12 32	02	01 02	11 12 13 21	05	02	32	05	12 13	11	11	11	12 13	21	11 12 13 21	11
10	75	50	17,2	18,0	21	12	12	12	3	10	–	20	28	6	26	25	20	4	1,8
10	75	50	17,2	18,0	21	12	12	12	3	10	–	20	28	6	26	25	20	4	1,8
15	80	55	21,3	22,0	25	12	12	12	3	10	–	20	30	6	30	30	26	4	2,0
20	90	65	26,9	27,5	31	14	14	14	4	10	–	24	32	6	38	40	34	4	2,3
25	100	75	33,7	34,5	38	14	14	14	4	10	–	24	35	6	42	50	44	4	2,6
32	120	90	42,4	43,5	45	16	14	14	5	10	–	26	35	6	55	60	54	6	2,6
40	130	100	43,3	49,5	53	16	14	14	5	10	–	26	38	7	62	70	64	6	2,6
50	140	110	60,3	61,5	65	16	14	14	5	12	–	28	38	8	74	80	74	6	2,9
65	160	130	76,1	77,5	81	16	14	14	6	12	55	32	38	9	88	100	94	6	2,9
80	190	150	88,9	90,5	94	18	16	16	6	12	70	34	42	10	102	110	112	8	3,2

Pokračování

Pokračování

DN	Připojovací rozměry			Vnitřní průměr příruby		Tloušťka listu příruby			Zkosení	Tloušťka kroužku	Průměr nákružku	Délky			Průměr krku			Poloměr zaoblení	Tloušťka krku (viz 5.6.1)
	Vnější průměr	Průměr roztečné kružnice šroubu	Vnější průměr krku																
	D	K	A	B_1	B_2	C_1	C_2 C_3	C_4	E	F	G_{max}	H_1	H_2	H_3	N_1	N_2	N_3	R_1	S
	Typ přílohy																		
	01,02,05,11,12,13,21		11 21[b]	01 12 32	02	01 02	11 12 13 21	05	02	32	05	12 13	11	11	11	12 13	21	11 12 13 21	11
100	210	170	114,3	116,5	120	18	16	16	6	14	90	40	45	10	130	130	130	8	3,6
125	240	200	139,7	141,5	145	20	18	18	6	14	115	44	48	10	155	160	160	8	4,0
150	265	225	168,3	170,5	174	20	18	18	6	14	140	44	48	12	184	185	182	10	4,5
200	320	280	219,1	221,5	226	22	20	20	6	16	190	44	55	15	236	240	238	10	6,3
250	375	335	273,0	276,5	281	24	22	22	8	18	235	44	60	15	290	295	284	12	6,3
300	440	395	323,9	327,5	333	24	22	22	8	18	285	44	62	15	342	355	342	12	7,1

Počet šroubů: DN 10 až 100 – 4; 125 až 200 – 8; 250 až 300 – 12

Rozměr šroubů: DN 10 až 25 – M10; 32 až 65 – M12; 80 až 250 – M16; 300 – M20

Průměr díry šroubů: L = 11 mm; L = 14 mm; L = 18 mm; L = 22 mm

a) Nad DN 600, musí rozměr C_1 stanovit kupující

b) U přírub typu 21 odpovídá větší průměr krku přibližně vnějšímu průměru trubky

Rozměry N_1, N_2 a N_3 se měří v průsečíku úhlu krku a spodní strany příruby

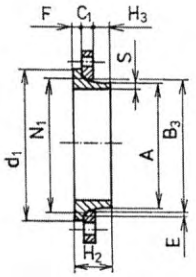
PRACOVNÍ PŘETLAKY PRO SOUČÁSTI Z TVÁŘENÝCH OCELÍ

Ocel 11 353.1

Teplota (°C)	Jmenovitý tlak PN					
	2,5	6	10	16	25	40
	Nejvyšší prac. přetlak p_{pmax} (MPa)					
200	0,27	0,68	1,08	1,73	2,71	4,33
250	0,24	0,61	0,97	1,56	2,43	–
300	0,20	0,50	0,79	1,26	1,98	–

V tabulce zvoleného materiálu se pro příslušnou pracovní teplotu (popř. nejblíže vyšší) zjistí nejvyšší pracovní přetlak odpovídající pracovnímu přetlaku součásti a podle něj se určí příslušný jmenovitý tlak PN. Pro mezilehlé hodnoty teplot v tabulkách je možno p_{pmax} stanovit lineární interpolací.

Rozměry přírub PN 10



Rozměry v mm

DN	Připojovací rozměry		Vnější průměr příruby	Vnitřní průměr příruby			Tloušťka listu příruby				Zkosení	Tloušťka kroužku	Průměr nákružku	Délka			Průměr krku			Poloměr zaoblení
	Vnitřní průměr	Průměr roztečné kružnice šroubů																		
	D	K	A	B_1	B_2	B_3	C_1	C_2	C_3	C_4	E	F	G_{max}	H_1	H_2	H_3	N_1	N_2	N_3	R_1
	Typ příruby																			
	01, 02, 04, 05, 11, 12, 13, 21		11 21 34	01 12 32	02	04	01 02 04	11 12 13	21	05	02 04	32 34	05	12 13	11 34	11 34	11 34	12 13	21	11 12 13 21
10 až 40	Použijí se rozměry PN 40																			
50 až 150	Použijí se rozměry PN 16																			
200	340	295	219,1	221,5	225	240	24	24	24	24	6	20	150	44	62	16	234	246	246	10
250	395	350	273,0	276,5	281	294	26	26	26	26	8	22	235	46	68	16	292	298	298	12
300	445	400	323,9	327,5	333	346	26	26	26	26	8	22	285	46	68	16	342	350	348	12
350	505	460	335,6	359,5	385	400	26	26	26	26	8	22	330	53	68	16	335	400	408	12
400	565	515	406,4	411,0	416	450	32	26	26	26	8	24	380	57	72	16	440	456	456	12
450	615	565	457,0	462,0	467	498	38	28	28	28	8	24	425	63	72	16	436	502	502	12
500	670	620	508,0	513,5	519	550	38	28	28	28	8	26	475	67	75	16	542	559	559	12

Počet šroubů DN 200 – 8
250 až 300 – 12
350 až 400 – 16
450 až 500 – 20

Rozměr šroubů DN 200 až 350 – M20
400 až 500 – M24

Průměr díry šroubů L = 22 mm
L = 26 mm

U příruby typu 21 odpovídá vnější průměr krku přibližně vnějšímu průměru trubky. Obrázky jsou shodné s obr. na str. 659 doplněno typem 04.

Výběr materiálů pro výrobu přírub

Skupina	Výkovky			Ploché výrobky			Odlitky			Tyče		
	Označení materiálu	Norma	Číslo materiálu	Označení materiálu	Norma	Číslo materiálu	Označení materiálu	Standard	Číslo materiálu	Označení materiálu	Standard	Číslo materiálu
2E0	–	–	–	–	–	–	GP240GR	EN 10213-2	1.0621	–	–	–
3E0	–	–	–	P235GH	EN 10028-2	1.0345	GP240GH	EN 10213-2	1.0619	P235GH	EN 10273	1.0345
3E0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	P250GH	EN 10273	1.0460
3E0	P245GH	EN 10222-2	1.0352	P265GH	EN 10028-2	1.0425	GP280GH	EN 10213-2	1.0625	P265GH	EN 10273	1.0425
3E1	P260GH	EN 10222-2	1.0426	P295GH	EN 10028-2	1.0481	–	–	–	P295GH	EN 10273	1.0481
4E0	16Mo3	EN 10222-2	1.5415	16Mo3	EN 10028-2	1.5415	G20Mo5	EN 10213-2	1.5419	16Mo3	EN 10273	1.5415
5E0	13CrMo4-5	EN 10222-2	1.7335	13CrMo4-5	EN 10028-2	1.7335	G17CrMo5-6	EN 10213-2	1.7357	13CrMo4-5	EN 10273	1.7335
6E0	11CrMo9-10	EN 10222-2	1.7383	12CrMo9-10	EN 10028-2	1.7375	G17CrMo9-10	EN 10213-2	1.7379	11CrMo9-10	EN 10273	1.7383
	–	–	–	10CrMo9-10	EN 10028-2	1.7380	–	–	–	10CrMo9-10	EN 10273	1.7380
6E1	X15CrMo5-1+NT	EN 10222-2	1.7366	–	–	–	GX15CrMo5	EN 10213-2	1.7365	–	–	–
7E0	–	–	–	P275NL1	EN 10028-3	1.0488	G17Mn5	EN 10213-3	1.1131	–	–	–
	–	–	–	P275NL2	EN 10028-3	1.1104	G20Mn5	EN 10213-3	1.6220	–	–	–
7E1	–	–	–	P355NL1	EN 10028-3	1.0566	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	P355NL2	EN 10028-3	1.1106	–	–	–	–	–	–
7E2	15NiMn6	EN 10222-3	1.6226	15NiMn6	EN 10028-4	1.6228	G9Ni10	EN 10213-3	1.5636	–	–	–
	–	–	–	11MnNi5-3	EN 10028-4	1.6212	–	–	–	–	–	–
	13MnNi6-3	EN 10222-3	1.6217	13MnNi5-3	EN 10028-4	1.6217	–	–	–	–	–	–
7E3	–	–	–				–	–	–	–	–	–
	12Ni14	EN 10222-3	1.5637	12Ni14	EN 10028-4	1.5637	G9Ni14	EN 10213-3	1.5638	–	–	–
	X12Ni5	EN 10222-3	1.5680	X12Ni5	EN 10028-4	1.5680	–	–	–	–	–	–
	X8Ni9	EN 10222-3	1.5662	X8Ni9	EN 10028-4	1.5662	–	–	–	–	–	–
8E0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8E2	P285NH	EN 10222-4	1.0477	P275NH	EN 10028-3	1.0487	–	–	–	P275NH	EN 10273	1.0487
	P285QH	EN 10222-4	1.0478	–	–	–		–	–	–	–	–
8E3	P355NH	EN 10222-4	1.0565	P355N	EN 10028-3	1.0562	–	–	–	P355NH	EN 10273	1.0565
	P355QH1	EN 10222-4	1.0571	P355NH	EN 10028-3	1.0565		–	–	P355QH	EN 10273	1.5667
9E0	X20CrMoV11-1	EN 10222-2	1.4922	–	–	–	GX23CrMoV12-1	EN 10213-2	1.4931	–	–	–
9E1	X10CrMoVNb9-1	EN 10222-2	1.4903	X10CrMoVNb9-1	EN 10028-2	1.4903	–	–	–	–	–	–
1DE0	X2CrNi18-9	EN 10222-2	1.4307	X2CrNi18-9	EN 10028-7	1.4307	GX2CrNi19-11	EN 10213-4	1.4309	X2CrNi18-9	EN 10272	1.4307
	–	–	–	X2CrNi19-11	EN 10028-7	1.4306	–	–	–	X2CrNi19-11	EN 10272	1.4306
1DE0	–	–	–	X1CrNi25-21	EN 10028-7	1.4335	–	–	–	–	–	–

Pokračování

Skupina	Výkovky			Ploché výrobky			Odlitky			Tyče		
	Označení materiálu	Norma	Číslo materiálu	Označení materiálu	Norma	Číslo materiálu	Označení materiálu	Standard	Číslo materiálu	Označení materiálu	Standard	Číslo materiálu
1DE1	X2CrNiN18-10	EN 10222-5	1.4311	X2CrNiN18-10	EN 10028-7	1.4311	–	–	–	X2CrNiN15-10	EN 10272	1.4311
11E0	X5CrNi18-10	EN 10222-5	1.4301	X5CrNi18-10	EN 10028-7	1.4301	GX5CrNi19-10	EN 10213-4	1.4308	X5CrNi18-10	EN 10272	1.4301
	X5CrNi18-10	EN 10222-5	1.4948	X5CrNi18-10	EN 10028-7	1.4948	–	–	–	–	–	–
12E0	X6CrNiTi18-10	EN 10222-5	1.4541	X5CrNiTi18-10	EN 10028-7	1.4541	–	–	–	X6CrNiTi18-10	EN 10272	1.4541
	X6CrNiNb18-10	EN 10222-5	1.4550	X5CrNiNb18-10	EN 10028-7	1.4550	GX5CrNiNb19-11	EN 10213-4	1.4552	X6CrNiNb18-10	EN 10272	1.4550
	X6CrNiTiB18-10	EN 10222-5	1.4941	X5CrNiTiB18-10	EN 10028-7	1.4941	–	–	–	–	–	–
13E0	X2CrNiMo17-12-2	EN 10222-5	1.4404	X2CrNiMo17-12-2	EN 10028-7	1.4404	GX2CrNiMo19-11-2	EN 10213-4	1.4409	X2CrNiMo17-12-2	EN 10272	1.4404
	X2CrNiMo17-12-3	EN 10222-5	1.4432	X2CrNiMo17-12-3	EN 10028-7	1.4432	–	–	–	X2CrNiMo17-12-3	EN 10272	1.4432
	X2CrNiMo18-14-3	EN 10222-5	1.4435	X2CrNiMo18-14-3	EN 10028-7	1.4435	–	–	–	X2CrNiMo18-14-3	EN 10272	1.4435
	X1NiCrMoCu25-20-5	EN 10222-5	–	X1NiCrMoCu25-20-5	EN 10028-7	1.4539	GX2NiCrMo28-20-2	EN 10213-4	1.4458	X1NiCrMoCu25-20-6	EN 10272	1.4539
	–	–	–	X1NiCrMoCu31-27-4	EN 10028-7	1.4563	–	–	–	X1NiCrMoCu31-27-4	EN 10272	1.4563
13E1	X2CrNiMoN17-11-2	EN 10222-5	1.4406	X2CrNiMoN17-11-2	EN 10028-7	1.4406	–	–	–	X2CrNiMoN17-11-2	EN 10028-7	1.4406
13E1	X2CrNiMoN17-13-3	EN 10222-5	1.4429	X2CrNiMoN17-13-3	EN 10028-7	1.4429	–	–	–	X2CrNiMoN17-13-3	EN 10028-7	1.4429
13E1	–	–	–	X2CrNiMoN17-13-5	EN 10028-7	1.4439	–	–	–	X2CrNiMoN17-13-5	EN 10028-7	1.4439
13E1	–	–	–	X1NiCrMoCuN25-20-7	EN 10028-7	1.4529	–	–	–	X1NiCrMoCuN25-20-7	EN 10028-7	1.4529
13E1	–	–	–	X1NiCrMoCuN20-18-7	EN 10028-7	1.4547	–	–	–	X1CrNiMoCuN20-18-7	EN 10272	1.4547
14E0	X5CrNiMo17-12-2	EN 10222-5	1.4401	X5CrNiMo17-12-2	EN 10028-7	1.4401	GX5CrNiMo19-11-2	EN 10213-4	1.4408	X5CrNiMo17-12-2	EN 10272	1.4401
14E0	X3CrNiMo17-13-3	EN 10222-5	1.4436	X3CrNiMo17-13-3	EN 10028-7	1.4436	–	–	–	X3CrNiMo17-13-3	EN 10272	1.4436
15E0	X6CrNiMoTi17-12-2	EN 10222-5	1.4571	X6CrNiMoTi17-12-2	EN 10028-7	1.4571	–	–	–	X6CrNiMoTi17-12-2	EN 10272	1.4571
	–	–	–	X6CrMiMoNb17-12-2	EN 10028-7	1.4580	GX5CrNiMoNb19-11-2	EN 10213-4	1.4581	X6CrNiMoNb17-12-2	EN 10272	1.4580
16E0	–	–	–	–	–	–	GX2CrNiMoCuN25-6-3-3	EN 10213-4	1.4517	–	–	–
	–	–	–	X2CrNiN23-4	EN 10028-7	1.4362	–	–	–	X2CrNiN23-4	EN 10272	1.4362
	X2CrNiMoN22-5-3	EN 10222-5	1.4462	X2CrNiMoN22-5-3	EN 10028-7	1.4462	GX2CrNiMoN22-5-3	EN 10213-4	1.4470	X2CrNiMoN22-5-3	EN 10272	1.4452
	X2CrNiMoN25-7-4	EN 10222-5	1.4410	X2CrNiMoN25-7-4	EN 10028-7	1.4410	–	–	–	X2CrNiMoN25-7-4	EN 10272	1.4410
	–	–	–	–	–	–	GX2CrNiMoN26-7-4	EN 10213-4	1.4469	–	–	–

Skupina	Bezešvé trubky			Svařované trubky		
	Označení materiálu	Norma	Číslo materiálu	Označení materiálu	Norma	Číslo materiálu
2E0	–	–	–	–	–	–
3E0	P195GH	EN 10216-2	1.0348	P195GH	EN 10217-2	1.0348
	P235GH	EN 10216-2	1.0345	P235GH	EN 10217-2	1.0345
3E1	P265GH	EN 10216-2	1.0425	P265GH	EN 10217-2	1.0425
4E0	16Mo3	EN 10216-2	1.5415	16Mo3	EN 10217-2	1.5415
5E0	13CrMo4-5	EN 10216-2	1.7335	–	–	–
6E0	10CrMo9-10	EN 10216-2	1.7380	–	–	–
6E0	11CrMo9-10	EN 10216-2	1.7383	–	–	–
6E1	X11CrMo5+NT1	EN 10216-2	1.7362+NT1	–	–	–
7E0	P275NL1	EN 10216-3	1.0488	P275NL1	EN 10217-3	1.0488
	P275NL2	EN 10216-3	1.1104	P275NL2	EN 10217-3	1.1104
7E1	P355NL1	EN 10216-3	1.0566	P355NL1	EN 10217-3	1.0566
	P355NL2	EN 10216-3	1.1106	P355NL2	EN 10217-3	1.1106
7E2	12Ni14	EN 10216-4	1.5637	–	–	–
	X10Ni9	EN 10216-4	1.5682	–	–	–
7E3	13MnNi6-3	EN 10216-4	1.6217	–	–	–
8E0	P275NL1	EN 10216-3	1.0488	P275NL1	EN 10217-3	1.0488
8E0	P275NL2	EN 10216-3	1.1104	P275NL2	EN 10217-3	1.1104
8E2	–	–	–	–	–	–
8E3	P355NH	EN 10216-3	1.0565	P355NH	EN 10217-3	1.0565
9E0	X20CrMoV11-1	EN 10216-2	1.1922	–	–	–
9E1	X10CrMoVNb9-1	EN 10216-2	1.4903	–	–	–
10E0	X2CrNi18-9	EN 10216-5	1.4307	X2CrNi18-9	EN 10217-7	1.4307
	X2CrNi19-11	EN 10216-5	1.4306	X2CrNi19-11	EN 10217-7	1.4306
	X1CrNi25-21	EN 10216-5	1.4335	–	–	–
10E1	X2CrNiN18-10	EN 10216-5	1.4311	X2CrNiN18-10	EN 10217-7	1.4311
11E0	X5CrNi15-10	EN 10216-5	1.4301	X5CrNi18-10	EN 10217-7	1.4301
11E0	X6CrNi18-10	EN 10216-5	1.4948	–	–	–
12E0	X6CrNiTi18-10	EN 10216-5	1.4541	X6CrNiTi18-10	EN 10217-7	1.4541
	X6CrNiTi18-10	EN 10216-5	1.4550	X6CrNiNb18-10	EN 10217-7	1.4550
	X7CrNiTi18-10	EN 10216-5	1.4940	–	–	–
	X7CrNiTiB18-10	EN 10216-5	1.4941	–	–	–
	X7CrNiNb18-10	EN 10216-5	1.4912	–	–	–
	X8CrNiNb16-13	EN 10216-5	1.4961	–	–	–
	X2CrNiMo17-12-2	EN 10216-5	1.4404	X2CrNiMo17-12-2	EN 10217-7	1.4404
	–	–	–	X2CrNiMo17-12-3	EN 10217-7	1.4432
	X2CrNiMo18-14-3	EN 10216-5	1.4435	X2CrNiMo18-14-3	EN 10217-7	1.4435
	X1NiCrMoCu25-20-5	EN 10216-5	1.4539	X1NiCrMoCu25-20-5	EN 10217-7	1.4539
	X1NiCrMoCu31-27-4	EN 10216-5	1.4563	X1NiCrMoCu31-27-4	EN 10217-7	1.4563
	–	–	–	X2CrNiMoN18-15-4	EN 10217-7	1.4438
	X6CrNiMo17-13-2	EN 10216-5	1.4918	–	–	–
	X2CrNiMoN17-13-3	EN 10216-5	1.4429	X2CrNiMoN17-13-3	EN 10217-7	1.4429
	X2CrNiMoN17-13-5	EN 10216-5	1.4439	X2CrNiMoN17-13-5	EN 10217-7	1.4439
	X1CrNiMoN25-22-2	EN 10216-5	1.4466	–	–	–
	X1CrNiMoCuN20-18-7	EN 10216-5	1.4547	X1CrNiMoCuN20-18-7	EN 10217-7	1.4547
	X1CrNiMoCuN25-20-7	EN 10216-5	1.4529	X1CrNiMoCuN25-20-7	EN 10217-7	1.4529
	X5CrNiMo17-12-2	EN 10216-5	1.4401	X5CrNiMo17-12-2	EN 10217-7	1.4401
	X3CrNiMo17-13-3	EN 10216-5	1.4436	X3CrNiMo17-13-3	EN 10217-7	1.4436
	X6CrNiMoTi17-12-2	EN 10216-5	1.4571	X6CrNiMoTi17-12-2	EN 10217-7	1.4571
	X5CrNiMoNb17-12-2	EN 10216-5	1.4580	–	–	–
	X2CrNiMoS18-5-3	EN 10216-5	1.4424	–	–	–
	X2CrNiMoN22-5-3	EN 10216-5	1.4462	X2CrNiMoN22-5-3	EN 10217-7	1.4462

Skupina	Bezešvé trubky			Svařované trubky		
	Označení materiálu	Norma	Číslo materiálu	Označení materiálu	Norma	Číslo materiálu
12E0	X2CrNiN23-4	EN 10216-5	1.4362	X2CrNiN23-4	EN 10217-7	1.4362
	X2CrNiMoN25-7-4	EN 10216-5	1.4410	X2CrNiMoN25-7-4	EN 10217-7	1.4410
	X2CrNiMoCuN25-6-3	EN 10216-5	1.4507	–	–	–
	X2CrNiMoCuWN25-7-4	EN 10216-5	1.4501	X2CrNiMoCuWN25-7-4	EN 10217-7	1.4501
13E0	X2CrNiMo17-12-2	EN 10216-5	1.4404	X2CrNiMo17-12-2	EN 10217-7	1.4404
	–	–	–	X2CrNiMo17-12-3	EN 10217-7	1.4432
	X2CrNiMo18-14-3	EN 10216-5	1.4435	X2CrNiMo18-14-3	EN 10217-7	1.4435
	X1NiCrMoCu25-20-5	EN 10216-5	1.4539	X1NiCrMoCu25-20-5	EN 10217-7	1.4539
	X1NiCrMoCu31-27-4	EN 10216-5	1.4563	X1NiCrMoCu31-27-4	EN 10217-7	1.4563
	–	–	–	X2CrNiMoN18-15-4	EN 10217-7	1.4438
	X5CrNiMo17-13-2	EN 10216-5	1.4918	–	–	–
13E1	X2CrNiMoN17-13-3	EN 10216-5	1.4429	X2CrNiMoN17-13-3	EN 10217-7	1.4429
	X2CrNiMoN17-13-5	EN 10216-5	1.4439	X2CrNiMoN17-13-5	EN 10217-7	1.4439
	X1CrNiMoN25-22-2	EN 10216-5	1.4466	–	–	–
	X1CrNiMoCuN20-18-7	EN 10216-5	1.4547	X1CrNiMoCuN20-18-7	EN 10217-7	1.4547
	X1NiCrMoCuN25-20-7	EN 10216-5	1.4529	X1NiCrMoCuN25-20-7	EN 10217-7	1.4529
14E0	X5CrNiMo17-12-2	EN 10216-5	1.4401	X5CrNiMo17-12-2	EN 10217-7	1.4401
	X3CrNiMo17-13-3	EN 10216-5	1.4436	X3CrNiMo17-13-3	EN 10217-7	1.4436
15E0	X6CrNiMoTi17-12-2	EN 10216-5	1.4571	X6CrNiMoTi17-12-2	EN 10217-7	1.4571
	X6CrNiMoNb17-12-2	EN 10216-5	1.4580	–	–	–
16E0	X2CrNiMoS18-5-3	EN 10216-5	1.4424	–	–	–
	X2CrNiMoN22-5-3	EN 10216-5	1.4462	X2CrNiMoN22-5-3	EN 10217-7	1.4462
	X2CrNiN23-4	EN 10216-5	1.4362	X2CrNiN23-4	EN 10217-7	1.4362
	X2CrNiMoN25-7-4	EN 10216-5	1.4410	X2CrNiMoN25-7-4	EN 10217-7	1.4410
	X2CrNiMoCuN25-6-3	EN 10216-5	1.4507	–	–	–
	X2CrNiMoCuWN25-7-4	EN 10216-5	1.4501	X2CrNiMoCuWN25-7-4	EN 10217-7	1.4501

Skupiny materiálů

Skupiny materiálů zahrnují materiály podobných chemických/mechanických vlastností a korozní odolnosti, aby se usnadnilo rovnocenné používání materiálů ve skupině v závislosti na tlaku, teplotě a tekutině.
Skupiny materiálů 1E0 až 6E1 byly součástí několika národních norem členských zemí CEN a lze je popsat takto:

1E0 nelegované konstrukční oceli bez zaručených pevnostních hodnot při zvýšených teplotách, použitelné v rozsahu -10 °C až +100 °C;
1E1 nelegované konstrukční oceli s vlastnostmi při zvýšených teplotách;
2E0 nelegované oceli bez zaručených vlastností při zvýšených teplotách;
3E0 nelegované oceli se zaručenými vlastnostmi při zvýšených teplotách;
3E1 nelegované oceli se stanovenými vlastnostmi do 400 °C, horní mez kluzu > 265 N/mm^2;
4E0 nízkolegované oceli s 0,3 % molybdenu;
5E0 nízkolegované oceli s 1 % chrómu a 0,5 % molybdenu;
6E0 nízkolegované oceli se 2 % chrómu a 1 % molybdenu;
6E1 nízkolegované oceli s 5 % chrómu a 0,5 % molybdenu.

Dále uvedené skupiny materiálů obsahují oceli houževnaté při nízkých teplotách:

7E0 jemnozrnné oceli houževnaté při nízkých teplotách s minimální mezí kluzu 275 N/mm^2 při pokojové teplotě;
7E1 jemnozrnné oceli houževnaté při nízkých teplotách s minimální mezí kluzu 355 N/mm^2 při pokojové teplotě;
7E2 legované niklové oceli pro nízké teploty (obsah niklu ≤ 3 %);
7E3 legované niklové oceli pro nízké teploty (obsah niklu > 3 %).

Dále uvedené skupiny materiálů obsahují jemnozrnné oceli:

8E0 minimální mez kluzu 225 N/mm^2 při pokojové teplotě;
8E2 minimální mez kluzu 285 N/mm^2 při pokojové teplotě;
8E3 minimální mez kluzu 355 N/mm^2 při pokojové teplotě.

Dále uvedené skupiny materiálů obsahují houževnaté feritické oceli při vysokých teplotách:

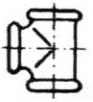
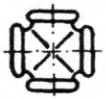
9E0 feritické oceli houževnaté při vysokých teplotách s 12 % chrómu, 1 % molybdenu a 0,5 % vanadu;
9E1 feritické oceli houževnaté při vysokých teplotách s 9 % chrómu, 1 % molybdenu, 0,25 % vanadu a 0,1 % niobu.

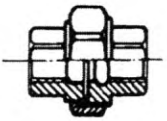
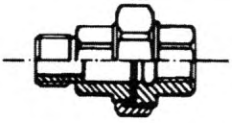
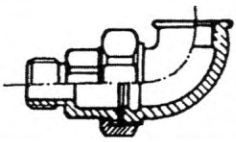
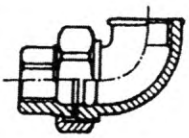
Dále uvedené skupiny materiálů obsahují korozivzdorné austenitické a austeniticko-feritické oceli s rozdílnou odolností proti korozi, s rozdílnou svařitelností a rozdílnými pevnostními hodnotami. Skupiny 10E0 až 12 E0 nejsou legovány molybdenem, skupiny 13E0 až 15 E0 jsou legovány molybdenem:

10E0 oceli s nízkým obsahem uhlíku;
10E1 oceli s nízkým obsahem uhlíku, legované dusíkem;
11E0 oceli se standardním obsahem uhlíku;
12E0 oceli se standardním obsahem uhlíku, stabilizované Ti, resp. Nb;
13E0 oceli s nízkým obsahem uhlíku, s molybdenem;
13E1 oceli s nízkým obsahem uhlíku, legované molybdenem a dusíkem;
14E0 oceli se standardním obsahem uhlíku, legované molybdenem;
15E0 oceli se standardním obsahem uhlíku, legované molybdenem, stabilizované Ti, resp. Nb;
16E0 austeniticko-feritické oceli.

FITINKY Z TEMPEROVANÉ LITINY S TRUBKOVÝMI ZÁVITY

Výběr z ČSN EN 10242
(13 8200)
Účinnost od 1. 2. 1997

Název	Označení	Vyobrazení	Jmenovitá světlost
Kolena s vnitřními závity A1	A1		1/8 3/4 2 1/4 1 2 1/2 3/8 1 1/4 3 1/2 1 1/2 4
Kolena s vnějším a vnitřním závitem A4	A4		(3/8 × 1/4) 1 1/4 × 3/4 1/2 × 3/8 1 1/4 × 1 (3/4 × 3/8) (1 1/2 × 1) 3/4 × 1/2 1 1/2 × 1 1/4 1 × 1/2 2 × 1 1/2 1 × 3/4 (2 1/2 × 2)
Oblouky dlouhé s vnitřním a vnějším závitem G4	G4		(1/8) 3/4 2 1/4 1 (2 1/2) 3/8 1 1/4 (3) 1/2 1 1/2 (4)
T – kusy s odbočkou B1	B1		1/8 3/4 2 1/4 1 2 1/2 3/8 1 1/4 3 1/2 1 1/2 4
Kříže redukované C1	C1		1/8 1 2 1/2 1/4 1 1/4 3 3/8 1 1/2 4 1/2 2 3/4
Nátrubky s vnitřním pravým a levým závitem M2R-L	M2R-L		1/8 3/4 2 1/4 1 2 1/2 3/8 1 1/4 3 1/2 1 1/2 4 (5) (6)
Vsuvky s šestihranem N8	N8		1/8 3/4 2 1/4 1 2 1/2 3/8 1 1/4 3 1/2 1 1/2 4

Název	Označení	Vyobrazení	Jmenovitá světlost
Šroubení s vnějším a vnitřním závitem a plochým sedlem U2	U2		1/4 1 3/8 1 1/4 1/2 1 1/2 2 3/4 2 1/2 3
Šroubení s plochým sedlem U1	U1		
Šroubení nárožní s plochým sedlem UA1	UA1		3/8 1 1/4 1/2 1 1/2 3/4 2 1
Šroubení nárožní s vnitřním a vnějším závitem a plochým sedlem UA2	UA2		

Fitinky z temperované litiny, závity a konstrukční rozměry – viz ČSN EN 10 242

Poznámka: Původní norma ČSN 13 8200, z níž je zde uveden přehled, byla nahrazena normou ČSN EN 10242, ve které je poněkud jiné rozdělení fitinek. Vzhledem k tomu, že pro jednotlivé druhy fitinek platí ČSN uvedené v tabulce, bylo ponecháno původní rozdělení a původní názvy.

TVÁŘENÍ

VÝKOVKY

Výběr z ČSN 42 9030
Účinnost od 1. 8. 1987

Přídavky na obrábění ploch pro obvyklé provedení

Rozměry v mm

Největší průměr, střední hodnota šířky a délky výrobku ve směru kolmo k rázu		Největší výška hotového výrobku							
		přes	25	40	63	100	160	250	400
		do 25	40	63	100	160	250	400	630
přes	do	Přídavky na obrábění ploch							
	25	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0			
25	40	1,5	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5		
40	63	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5		
63	100	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,5	
100	160	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,5	3,5	
160	250	2,5	2,5	2,5	3,0	3,5	3,5	4,0	4,5
250	400	2,5	2,5	3,0	3,5	3,5	4,0	4,5	5,0
400	630	2,5	3,0	3,5	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
630	1 000	3,0	3,5	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0

Přídavky na obrábění ploch pro přesné provedení

Rozměry v mm

Největší průměr, střední hodnota šířky a délky výrobku ve směru kolmo k rázu		Největší výška hotového výrobku							
		přes	25	40	63	100	160	250	400
		do 25	40	63	100	160	250	400	630
přes	do	Přídavky na obrábění ploch							
	25	1,3	1,3	1,8	1,8	1,8			
25	40	1,3	1,8	1,8	1,8	2,2	2,2		
40	63	1,8	1,8	1,8	2,2	2,2	2,2		
63	100	1,8	1,8	2,2	2,2	2,2	2,7	3,2	
100	160	1,8	2,2	2,2	2,2	2,7	3,2	3,2	
160	250	2,2	2,2	2,2	2,7	3,2	3,2	3,5	4,0
250	400	2,2	2,2	2,7	3,2	3,2	3,5	4,0	4,5
400	630	2,2	2,7	3,2	3,2	3,5	4,0	4,5	5,0
630	1 000	2,7	3,2	3,2	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5

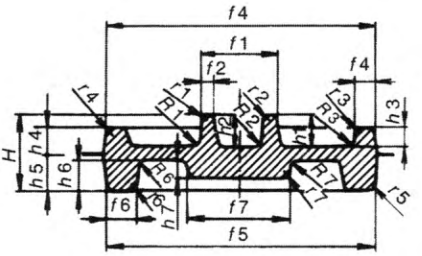
Přídavky na obrábění ploch pro velmi přesné provedení

Rozměry v mm

Největší průměr, střední hodnota šířky a délky výrobku ve směru kolmo k rázu		Největší výška hotového výrobku							
		přes	25	40	63	100	160	250	400
		do 25	40	63	100	160	250	400	630
přes	do	Přídavky na obrábění ploch							
	25	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6			
25	40	1,1	1,6	1,6	1,6	1,9	1,9		
40	63	1,6	1,6	1,6	1,9	1,9	1,9		
63	100	1,6	1,6	1,9	1,9	1,9	2,4	2,8	
100	160	1,6	1,9	1,9	1,9	2,4	2,8	2,8	
160	250	1,9	1,9	1,9	2,4	2,8	2,8	3,0	3,5
250	400	1,9	1,9	2,4	2,8	2,8	3,0	3,5	4,0
400	630	1,9	2,4	2,8	2,8	3,0	3,5	4,0	4,5
630	1 000	2,4	2,8	2,8	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0

Požadavky na tvarové prvky při konstrukci:
- zaoblení hran a přechodů
- tloušťka dna výkovku
- tloušťka stěny výkovku
- boční úkosy
- dovolená deformace ústřižných konců

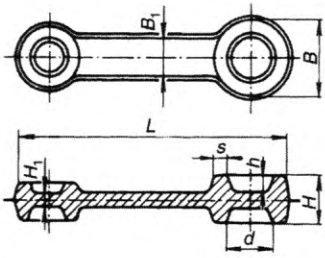
Hodnoty zaoblení hran r a přechodů R výkovků



Rozměry v mm

Výška (hloubka) h		Poloměry zaoblení hran a přechodů při poměru					
		$\frac{h}{f}$ do 2		$\frac{h}{f}$ přes 2 do 4		$\frac{h}{f}$ přes 4	
přes	do	r	R	r	R	r	R
	25	2	6	2	8	3	10
25	40	3	8	3	10	4	12
40	63	4	10	4	12	5	20
63	100	5	12	6	20	8	25
100	160	8	20	8	25	16	40
160	250	12	30	16	45	25	65
250	400	20	50	25	75	40	100
400	630	30	80	40	120	65	150

Nejmenší tloušťka dna, blány, disku H_1 a stěny výkovku s



Rozměry v mm

Největší rozměr výkovku ve směru kolmo k rázu (B, D)		Největší výška výkovku H							
		přes	10	25	40	63	100	160	250
		do 10	25	40	63	100	160	250	400
přes	do	Nejmenší tloušťka dna, disku H_1 a stěny s							
	40	4	5	6	7	9			
40	63	5	5	6	7	9	11		
63	100	5	6	7	9	11	13	15	
100	160	6	7	9	11	13	15	17	20
160	250	8	9	11	13	15	17	20	25
250	400	10	13	15	17	20	25	30	35
400	630			20	25	30	35	40	50
630	1 000			25	30	35	40	50	60

Hodnoty úkosů zápustkových výkovků pro opracované i neopracované plochy

	vnější	vnitřní
Zápustkové výkovky se běžně vyrábějí s úkosy	3°	7°
Vzhledem k rozdílné úrovni technologického zařízení výrobců výkovků se dovolují úkosy – pro buchary a lisy bez vyhazovače	7°	10°
– lisy s vyhazovačem	2° až 3°	3° až 5°
– vodorovné kovací stroje	0 až 5°	0 až 5°

Poznámka: Hodnoty úkosů obvyklého provedení jsou hodnoty, ke kterým se porovnává provedení se sníženou hmotností.

Mezní úchylky a tolerance rozměrů výkovků pro stupeň přesnosti: 3 Rozměry v mm

Největší průměr výkovku D nebo $0{,}5 \cdot (L + B)$ ve směru kolmo k rázu		Rozměr výkovku ve směru rázu (H)							
		přes	25	40	63	100	160	250	400
		do 25	40	63	100	160	250	400	630
přes do 25	Mezní úchylky	+0,25 −0,10	+0,25 −0,15	+0,30 −0,15	+0,35 −0,15				
	Tolerance	0,35	0,40	0,45	0,50				
přes 25 do 40	Mezní úchylky	+0,25 −0,15	+0,30 −0,15	+0,35 −0,15	+0,40 −0,15				
	Tolerance	0,40	0,45	0,50	0,55				
přes 40 do 63	Mezní úchylky	+0,30 −0,15	+0,35 −0,15	+0,40 −0,15	+0,40 −0,20	+0,45 −0,25			
	Tolerance	0,45	0,50	0,55	0,60	0,70			
přes 63 do 100	Mezní úchylky	+0,40 −0,15	+0,40 −0,20	+0,45 −0,20	+0,45 −0,25	+0,55 −0,25	+0,65 −0,30		
	Tolerance	0,55	0,60	0,65	0,70	0,80	0,95		
přes 100 do 160	Mezní úchylky	+0,45 −0,20	+0,45 −0,25	+0,50 −0,25	+0,55 −0,25	+0,60 −0,30	+0,70 −0,35		
	Tolerance	0,65	0,70	0,75	0,80	0,90	1,05		
přes 160 do 250	Mezní úchylky	+0,55 −0,25	+0,55 −0,30	+0,60 −0,30	+0,65 −0,30	+0,70 −0,35	+0,80 −0,40	+0,95 −0,45	
	Tolerance	0,80	0,85	0,90	0,95	1,05	1,20	1,40	
přes 250 do 400	Mezní úchylky	+0,65 −0,35	+0,70 −0,35	+0,75 −0,35	+0,80 −0,35	+0,85 −0,40	+0,95 −0,45	+1,10 −0,50	
	Tolerance	1,00	1,05	1,10	1,15	1,25	1,40	1,60	
přes 400 do 1 000	Mezní úchylky								
	Tolerance								

Mezní úchylky a tolerance rozměrů výkovků pro stupeň přesnosti: 5 Rozměry v mm

Největší průměr výkovku D nebo $0{,}5 \cdot (L + B)$ ve směru kolmo k rázu		Rozměr výkovku ve směru rázu (H)							
		přes	25	40	63	100	160	250	400
		do 25	40	63	100	160	250	400	630
přes do 25	Mezní úchylky	+0,6 −0,3	+0,6 −0,4	+0,7 −0,4	+0,8 −0,4	+1,0 −0,4			
	Tolerance	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4			
přes 25 do 40	Mezní úchylky	+0,7 −0,4	+0,8 −0,4	+0,9 −0,4	+1,0 −0,4	+1,1 −0,5	+1,2 −0,6		
	Tolerance	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8		
přes 40 do 63	Mezní úchylky	+0,9 −0,4	+1,0 −0,4	+1,0 −0,5	+1,1 −0,5	+1,2 −0,6	+1,4 −0,6		
	Tolerance	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0		
přes 63 do 100	Mezní úchylky	+1,0 −0,5	+1,1 −0,5	+1,1 −0,6	+1,2 −0,6	+1,4 −0,6	+1,5 −0,7	+1,7 −0,8	
	Tolerance	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,2	2,5	
přes 100 do 160	Mezní úchylky	+1,1 −0,6	+1,2 −0,6	+1,3 −0,6	+1,4 −0,6	+1,5 −0,7	+1,6 −0,8	+1,8 −0,9	
	Tolerance	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,4	2,7	
přes 160 do 250	Mezní úchylky	+1,4 −0,6	+1,4 −0,7	+1,5 −0,7	+1,5 −0,8	+1,7 −0,8	+1,8 −0,9	+2,0 −1,0	+2,3 −1,2
	Tolerance	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	2,7	3,0	3,5
přes 250 do 400	Mezní úchylky	+1,6 −0,8	+1,7 −0,8	+1,8 −0,8	+1,8 −0,9	+1,9 −1,0	+2,1 −1,0	+2,3 −1,1	+2,6 −1,3
	Tolerance	2,4	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1	3,4	3,9
přes 400 do 630	Mezní úchylky	+1,9 −1,0	+2,0 −1,0	+2,1 −1,0	+2,1 −1,1	+2,3 −1,1	+2,4 −1,2	+2,6 −1,3	+3,0 −1,4
	Tolerance	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,6	3,9	4,4
přes 630 do 1 000	Mezní úchylky	+2,5 −1,3	+2,6 −1,3	+2,7 −1,3	+2,7 −1,4	+2,9 −1,4	+3,0 −1,5	+3,2 −1,6	+3,5 −1,8
	Tolerance	3,8	3,9	4,0	4,1	4,3	4,5	4,8	5,3

Mezní úchylky a tolerance rozměrů výkovků pro stupeň přesnosti: 7 Rozměry v mm

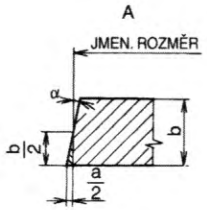
Největší průměr výkovku D nebo $0{,}5 \cdot (L + B)$ ve směru kolmo k rázu		Rozměr výkovku ve směru rázu (H)							
		přes	25	40	63	100	160	250	400
		do 25	40	63	100	160	250	400	630
přes do 25	Mezní úchylky	+1,6 −0,8	+1,7 −0,8	+1,8 −0,9	+2,0 −1,0	+2,2 −1,1			
	Tolerance	2,4	2,5	2,7	3,0	3,3			
přes 25 do 40	Mezní úchylky	+1,8 −0,9	+1,9 −0,9	+2,0 −1,0	+2,2 −1,1	+2,4 −1,2	+2,7 −1,3		
	Tolerance	2,7	2,8	3,0	3,3	3,6	4,0		
přes 40 do 63	Mezní úchylky	+2,1 −1,1	+2,2 −1,1	+2,3 −1,2	+2,5 −1,3	+2,7 −1,4	+3,0 −1,5		
	Tolerance	3,2	3,3	3,5	3,8	4,1	4,5		
přes 63 do 100	Mezní úchylky	+2,5 −1,2	+2,5 −1,3	+2,7 −1,3	+2,9 −1,4	+3,1 −1,5	+3,3 −1,7	+3,7 −1,8	
	Tolerance	3,7	3,8	4,0	4,3	4,6	5,0	5,5	
přes 100 do 160	Mezní úchylky	+2,9 −1,5	+3,0 −1,5	+3,1 −1,6	+3,3 −1,7	+3,5 −1,8	+3,8 −1,9	+4,2 −2,1	
	Tolerance	4,4	4,5	4,7	5,0	5,3	5,7	6,3	
přes 160 do 250	Mezní úchylky	+3,4 −1,7	+3,5 −1,7	+3,6 −1,8	+3,8 −1,9	+4,0 −2,0	+4,2 −2,2	+4,6 −2,3	+5,0 −2,6
	Tolerance	5,1	5,2	5,4	5,7	6,0	6,4	6,9	7,6
přes 250 do 400	Mezní úchylky	+4,1 −2,0	+4,1 −2,1	+4,2 −2,2	+4,5 −2,2	+4,7 −2,3	+5,0 −2,4	+5,3 −2,6	+6,1 −3,0
	Tolerance	6,1	6,2	6,4	6,7	7,0	7,4	7,9	9,1
přes 400 do 630	Mezní úchylky	+5,0 −2,5	+5,1 −2,5	+5,2 −2,6	+5,4 −2,7	+5,6 −2,8	+5,9 −2,9	+6,2 −3,1	+6,7 −3,4
	Tolerance	7,5	7,6	7,8	8,1	8,4	8,8	9,3	10,1
přes 630 do 1 000	Mezní úchylky	+6,5 −3,2	+6,6 −3,2	+6,7 −3,3	+6,9 −3,4	+7,1 −3,5	+7,4 −3,6	+7,7 −3,8	+8,2 −4,1
	Tolerance	9,7	9,8	10,0	10,3	10,6	11,0	11,5	12,3

ODLÉVÁNÍ

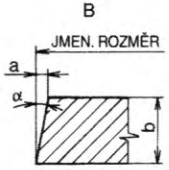
SLÉVÁRENSKÉ ÚKOSY MODELŮ A ODLITKŮ

Výběr z ČSN 04 2021
Účinnost od 1. 4. 1962

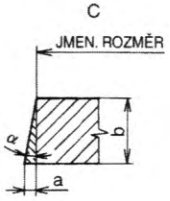
Tato norma platí pro slévárenské úkosy dřevěných a kovových modelů pro odlitky ze šedé a temperované litiny, oceli a neželezných kovů



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

Úkos A se dělá u těch ploch odlitků, které zůstanou neobrobeny (obr. 1).

Úkos B se dělá u těch ploch odlitků, které zůstanou neobrobeny, ale konstrukce odlitku dovoluje větší zmenšení uvedeného jmenovitého rozměru (obr. 2).

Úkos C se dělá u těch ploch odlitků, které budou obrobeny, nebo neobrobeny, avšak konstrukce odlitku nedovoluje zmenšení uvedeného jmenovitého rozměru (obr. 3).

Informativní úhly α a úkosy *a* : *b* technologických úkosů

b [mm]		Modely					
		kovové			dřevěné		
přes	do	*a* [mm]	α	*a* : *b*	*a* [mm]	α	*a* : *b*
—	40	0,8	1°	1 : 55	1,0	1°40′	1 : 35
40	63	1,0	1°	1 : 55	1,5	1°40′	1 : 35
63	100	1,0	45′	1 : 75	2,0	1°30′	1 : 40
100	160	1,5	45′	1 : 75	2,5	1°10′	1 : 50
160	250	2,0	35′	1 : 100	3,0	50′	1 : 65
250	400	2,5	35′	1 : 100	4,0	45′	1 : 75
400	630	3,0	23′	1 : 150	5,0	35′	1 : 100
630	800				6,0	30′	1 : 120
800	1 000				7,0	26′	1 : 130
1 000	1 250				8,0	24′	1 : 140
1 250	1 600				10,0	23′	1 : 150

Konstrukční úkosy Rozměry v mm

b		*a* : *b*	α
přes	do		
	250	1 : 20	3°
250	500	1 : 32	1°45′
500	1 000	1 : 50	1°

Doporučuje se, aby konstrukční úkosy byly rovny, nebo větší než poměr *a* : *b*

GEOMETRICKÉ SPECIFIKACE PRODUKTŮ (GPS – GEOMETRICAL PRODUCT SPECIFICATIONS) – ROZMĚROVÉ A GEOMETRICKÉ TOLERANCE TVAROVANÝCH SOUČÁSTÍ – VŠEOBECNÉ ROZMĚROVÉ A GEOMETRICKÉ TOLERANCE A PŘÍDAVKY NA OBRÁBĚNÍ PRO ODLITKY

Výběr z ČSN EN ISO 8062-3 (01 4460)
Účinnost od 1. 10. 2008

Toleranční stupně

Všeobecně

Jednotlivé rozměrové a geometrické tolerance musí být předepsány podle relevantní mezinárodní normy GPS o rozměrovém a geometrickém tolerování.

Při používání všeobecných tolerancí musí být zjištěna potřeba menších tolerancí (z funkčních důvodů) nebo větších tolerancí (z ekonomických důvodů). V obou případech musí být předepsány jednotlivé tolerance.

Zkratky

Zkratka	Interpretace	Odkaz
DCT	rozměrová tolerance výrobku (Dimensional casting tolerance)	
DCTG	rozměrový toleranční stupeň odlitku (Dimensional casting tolerance grade)	
GCT	geometrická tolerance odlitku (Geometrical casting tolerance)	
GCTG	geometrický toleranční stupeň odlitku (Geometrical casting tolerance grade)	
RMA	požadovaný přídavek na obrábění (Required machining allowance)	
RMAG	požadovaný stupeň přídavku na obrábění (Required machining allowance grade)	
TP	úkos + (Taper +)	ISO 10135
TM	úkos - (Taper -)	ISO 10135
SMI	povrchové přesazení (Surface mismatch)	ISO 10135

Název značky	Grafická značka	Název značky	Grafická značka
Identifikátor výkresu pro konečně tvarovanou část		Identifikátor stavu prvku pro mezioperačně obrobenou tvarovanou součást	
Identifikátor výkresu pro mezioperačně opracovanou tvarovanou součást		Identifikátor stavu prvku pro konečně obrobenou tvarovanou součást	
Identifikátor výkresu pro konečně opracovanou tvarovanou součást		Textura povrchu – odstranění materiálu není dovoleno	
Identifikátor pro obrábění dodavatelem		Textura povrchu – odstranění materiálu je povinné	
Identifikátor stavu prvku pro konečně tvarovanou součást			

Rozměrové toleranční stupně odlitků (*Dimensional Casting Tolerance Grades* – **DCTG**)

Je zavedeno šestnáct (16) stupňů lineární rozměrové tolerance odlitků. Tyto stupně jsou označeny jako DCTG 1

Délkové rozměrové tolerance odlitků (*Linear dimensional casting tolerances* – **DCT**)

Rozměry v mm

Jmenovité rozměry související s tvarovanou součástí		Délkově rozměrová tolerance pro stupeň rozměrové tolerance odlitku (Dimensional casting grade – DCTG)[a]															
		DCTG 1	DCTG 2	DCTG 3	DCTG 4	DCTG 5	DCTG 6	DCTG 7	DCTG 8	DCTG 9	DCTG 10	DCTG 11	DCTG 12	DCTG 13	DCTG 14	DCTG 15	DCTG 16[b]
–	≤ 10	0,09	0,13	0,18	0,26	0,36	0,52	0,74	1	1,5	2	2,8	4,2	–	–	–	–
> 10	≤ 16	0,1	0,14	0,2	0,28	0,38	0,54	0,78	1,1	1,6	2,2	3	4,4	–	–	–	–
> 16	≤ 25	0,11	0,15	0,22	0,3	0,42	0,58	0,82	1,2	1,7	2,4	3,2	4,6	6	8	10	12
> 25	≤ 40	0,12	0,17	0,24	0,32	0,46	0,64	0,9	1,3	1,8	2,6	3,6	5	7	9	11	14
> 40	≤ 63	0,13	0,18	0,26	0,36	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8	10	12	16
> 63	≤ 100	0,14	0,2	0,28	0,4	0,56	0,78	1,1	1,6	2,2	3,2	4,4	6	9	11	14	18
> 100	≤ 160	0,15	0,22	0,3	0,44	0,62	0,88	1,2	1,8	2,5	3,6	5	7	10	12	16	20
> 160	≤ 250	–	0,24	0,34	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11	14	18	22
> 250	≤ 400	–	–	0,4	0,56	0,78	1,1	1,6	2,2	3,2	4,4	6,2	9	12	16	20	25
> 400	≤ 630	–	–	–	0,64	0,9	1,2	1,8	2,6	3,6	5	7	10	14	18	22	28
> 630	≤ 1 000	–	–	–	–	1	1,4	2	2,8	4	6	8	11	16	20	25	32
> 1 000	≤ 1 600	–	–	–	–	–	1,6	2,2	3,2	4,6	7	9	13	18	23	29	37
> 1 600	≤ 2 500	–	–	–	–	–	–	2,6	3,8	5,4	8	10	15	21	26	33	42
> 2 500	≤ 4 000	–	–	–	–	–	–	–	4,4	6,2	9	12	17	24	30	38	49
> 4 000	≤ 6 300	–	–	–	–	–	–	–	–	7	10	14	20	28	35	44	56
> 6 300	≤ 10 000	–	–	–	–	–	–	–	–	–	11	16	23	32	40	50	64

[a] Pro tloušťku stěny ve stupních DCTG 1 až DCTG 15 platí stupeň o jeden hrubší (viz kapitola 7).
[b] Stupeň DCTG 16 existuje jen pro tloušťky stěn odlitků všeobecně specifikovaných podle DCTG 15.

Geometrické toleranční stupně odlitků (*Geometrical Casting Tolerance Grades* – **GCTG**)

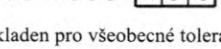
Všeobecně

Je zavedeno sedm geometrických tolerančních stupňů odlitků (Geometrical Casting Tolerance Grades – GCTG). Tyto stupně jsou označeny jako GCTG 2 až GCTG 8.

POZNÁMKA: Hodnoty GCT pro stupeň GCTG 1 nejsou stanoveny. Tento stupeň je vyhrazen pro jemnější hodnoty, které by mohly být požadovány v budoucnosti.

Všeobecné tolerance tvaru (přímost, rovinnost, kruhovitost) a orienta (sklon, rovnoběžnost, kolmost) neplatí pro prvky s úkosem. Tyto prvky potřebují jednotlivě předepsané tolerance podle funkce a doporučení výrobce.

Pro všeobecné tolerance orientace podle ISO 8062-3 musí být na výkrese specifikována soustava základen a předepsán označením "ISO 8062-3 DS" v popisovém poli výkresu nebo poblíž něho tak, jak je uvedeno na obrázku:



Výkresové označení soustavy základen pro všeobecné tolerance orientace podle ISO 8062-3

POZNÁMKA: Tato soustava základen neplatí pro všeobecné geometrické tolerance souososti a souměrnosti.

Tolerance přímosti odlitků

Rozměry v mm

Jmenovitý rozměr související s tvarovanou součástí		Tolerance přímosti pro stupeň geometrické tolerance odlitku (Straightness tolerance for geomerical casting tolerance grade – GCTG)						
		GCTG 2	GCTG 3	GCTG 4	GCTG 5	GCTG 6	GCTG 7	GCTG 8
–	≤ 10	0,08	0,12	0,18	0,27	0,4	0,6	0,9
> 10	≤ 30	0,12	0,18	0,27	0,4	0,6	0,9	1,4
> 30	≤ 100	0,18	0,27	0,4	0,6	0,9	1,4	2
> 100	≤ 300	0,27	0,4	0,6	0,9	1,4	2	3
> 300	≤ 1 000	0,4	0,6	0,9	1,4	2	3	4,5
> 1 000	≤ 3 000	–	–	–	3	4	6	9
> 3 000	≤ 6 000	–	–	–	6	8	12	18
> 6 000	≤ 10 000	–	–	–	12	16	24	36

Tolerance rovinnosti odlitků

Rozměry v mm

Jmenovitý rozměr související s tvarovanou součástí		Tolerance rovinnosti pro stupeň geometrické tolerance odlitku (Flatness Casting Tolerance Grade – GCTG)						
		GCTG 2	GCTG 3	GCTG 4	GCTG 5	GCTG 6	GCTG 7	GCTG 8
–	≤ 10	0,12	0,18	0,27	0,4	0,6	0,9	1,4
> 10	≤ 30	0,18	0,27	0,4	0,6	0,9	1,4	2
> 30	≤ 100	0,27	0,4	0,6	0,9	1,4	2	3
> 100	≤ 300	0,4	0,6	0,9	1,4	2	3	4,5
> 300	≤ 1 000	0,6	0,9	1,4	2	3	4,5	7
> 1 000	≤ 3 000	–	–	–	4	6	9	14
> 3 000	≤ 6 000	–	–	–	8	12	18	28
> 6 000	≤ 10 000	–	–	–	16	24	36	56

Tolerance kruhovitosti, rovnoběžnosti, kolmosti a souměrnosti odlitků

Rozměry v mm

Jmenovitý rozměr související s tvarovanou součástí		Tolerance pro stupeň geometrické tolerance odlitku (Geometrical casting tolerance grade – GCTG)						
		GCTG 2	GCTG 3	GCTG 4	GCTG 5	GCTG 6	GCTG 7	GCTG 8
–	≤ 10	0,18	0,27	0,4	0,6	0,9	1,4	2
> 10	≤ 30	0,27	0,4	0,6	0,9	1,4	2	3
> 30	≤ 100	0,4	0,6	0,9	1,4	2	3	4,5
> 100	≤ 300	0,6	0,9	1,4	2	3	4,5	7
> 300	≤ 1 000	0,9	1,4	2	3	4,5	7	10
> 1 000	≤ 3 000	–	–	–	6	9	14	20
> 3 000	≤ 6 000	–	–	–	12	18	28	40
> 6 000	≤ 10 000	–	–	–	24	36	56	80

Tolerance souososti odlitků

Rozměry v mm

Jmenovitý rozměr související s tvarovanou součástí		Tolerance souososti pro stupeň geometrické tolerance odlitku (Coaxility Geometrical casting tolerance grade – GCTG)						
		GCTG 2	GCTG 3	GCTG 4	GCTG 5	GCTG 6	GCTG 7	GCTG 8
–	≤ 10	0,27	0,4	0,6	0,9	1,4	2	3
> 10	≤ 30	0,4	0,6	0,9	1,4	2	3	4,5
> 30	≤ 100	0,6	0,9	1,4	2	3	4,5	7
> 100	≤ 300	0,9	1,4	2	3	4,5	7	10
> 300	≤ 1 000	1,4	2	3	4,5	7	10	15
> 1 000	≤ 3 000	–	–	–	9	14	20	30
> 3 000	≤ 6 000	–	–	–	18	28	40	60
> 6 000	≤ 10 000	–	–	–	36	56	80	120

Požadované přídavky na obrábění (*Required Machining Allowances* – **RMA**)

Všeobecně

Všeobecně platí, že specifikované stupně požadovaného přídavku na obrábění (*Required Machining Allowance Grades – RMAG*) podle této části ISO 8062 jsou pro konečný tvar součásti, tj. jen jedna hodnota je specifikovaná pro všechny plochy, které se mají obrábět, a tato hodnota se musí zvolit z příslušného rozměrového rozsahu podle největšího celkového rozměru.

Poznámka U lití do pískové formy mohou horní plochy vyžadovat větší přídavek na obrábění než ostatní plochy. Pro tyto plochy lze zvolit hrubší stupně RMA. Jednotlivé přídavky na obrábění se musí předepsat podle ISO 1302.

Požadované stupně přídavku na obrábění (*Required Machining Allowances Grades* – **RMAG**)

Je zavedeno deset (10) stupňů požadovaného přídavku na obrábění. Tyto stupně jsou označeny jako RMAG A až RMAG K.

Požadovaný přídavek na obrábění

Rozměry v mm

Největší celkový rozměr		Přídavek na obrábění pro požadovaný stupeň přídavku na obrábění (RMAG) (Required machining allowance grade – RMAG)									
		RMAG A	RMAG B	RMAG C	RMAG D	RMAG E	RMAG F	RMAG G	RMAG H	RMAG J	RMAG K
–	≤ 40	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,7	1	2
> 40	≤ 63	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	1	1,4	3
> 63	≤ 100	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
> 100	≤ 160	0,3	0,4	0,5	0,8	1,1	1,5	2,2	3	4	6
> 160	≤ 250	0,3	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4	5,5	8
> 250	≤ 400	0,4	0,7	0,9	1,3	1,8	2,5	3,5	5	7	10
> 400	≤ 630	0,5	0,8	1,1	1,5	2,2	3	4	6	9	12
> 630	≤ 1 000	0,6	0,9	1,2	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14
> 1 000	≤ 1 600	0,7	1	1,4	2	2,8	4	5,5	8	11	16
> 1 600	≤ 2 500	0,8	1,1	1,6	2,2	3,2	4,5	6	9	13	18
> 2 500	≤ 4 000	0,9	1,3	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
> 4 000	≤ 6 300	1	1,4	2	2,8	4	5,5	8	11	16	22
> 6 300	≤ 10 000	1,1	1,5	2,2	3	4,5	6	9	12	17	24

Poznámka Stupně A a B se používají jen ve speciálních případech, například u sériové výroby, kde byla dohodnuta mezi zákazníkem a slévárnou šablona, postup odlévání a postup obrábění s ohledem na upínací a základnové plochy nebo výchozí body na obrábění, které byly dohodnuty mezi zákazníkem a slévárnou.

Označování na výkresech

Označování všeobecných rozměrových tolerancí odlitků

Všeobecné tolerance odlitků podle této část ISO 8062 musí být předepsány na výkrese v popisovém poli nebo poblíž něho následujícími způsoby:
a) všeobecnou informaci týkající se tolerancí:
- „Všeobecné tolerance";
- „ISO 8062-3";
- toleranční stupeň (DCTG)

Příklad **Všeobecné tolerance ISO 8062-3 – DCTG 12 – RMAG (RMAG H).**

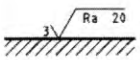
Označování požadovaných přídavků na obrábění

Požadované přídavky obrábění musí být předepsány na výkrese popisovém poli nebo poblíž něho následujícími způsoby:
a) uvedením Všeobecné informace pro tolerance a požadované přídavky na obrábění:
- „Všeobecné tolerance";
- „ISO 8062-3";
- toleranční stupeň odlitku (DCTG)
- požadovaný přídavek na obrábění (Required Machining Allowance – RMA) a odpovídajícím stupněm v závorkách.

Příklad Pro požadovaný přídavek na obrábění 6 mm ve stupni H pro odlitek s největším rozměrem v rozsahu přes 400 mm a do 630 mm (s všeobecnou tolerancí pro odlitek ISO 8062-3 – DCTG 12).

Všeobecné tolerance ISO 8062-3 – DCTG 12 – RMA 6 (RMAG H)

a/nebo
tam, kde se na tvarované součásti požaduje místní přídavek na obrábění, musí být předepsán jednotlivě podle ISO 1302 tak, jak je uvedeno na obrázku:



Označování požadovaného přídavku na obrábění na jednotlivých plochách

Označování geometrických tolerancí odlitků

Všeobecné geometrické tolerance odlitků podle této části ISO 8062 musí být předepsány na výkrese jedním z následujících způsobů:
a) Jestliže platí všeobecné tolerance podle této části ISO 8062, společně s obecnými tolerancemi odlitků, v popisovém poli nebo poblíž něho musí být předepsány následující informace:
- „Všeobecné tolerance";
- „ISO 8062-3";
- toleranční stupeň odlitku (DCTG)
- požadovaný přídavek na obrábění (Required Machining Allowance – RMA) a odpovídající stupeň v závorkách;
- stupeň geometrické tolerance odlitku (Geometrical Casting Tolerance Grade – GCTG)

Příklad **Všeobecné tolerance ISO 8062-3 – DCTG 12 – RMA 6 (RMAG H) – GCTG 7.**

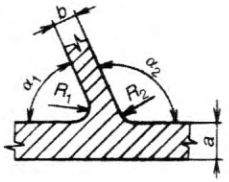
b) Pro všeobecné geometrické tolerance odlitku
- „Všeobecné tolerance";
- „ISO 8062-3";
- stupeň geometrické tolerance odlitku (Geometrical Casting Tolerance Grade – GCTG)

Příklad **Všeobecné tolerance ISO 8062-3 – GCTG 7.**

POLOMĚRY VNITŘNÍCH ZAOBLENÍ ODLITKŮ ZE ŠEDÉ LITINY

Výběr z ČSN 01 4909
Účinnost od 1. 1. 1956

Norma je určena pro poloměry zaoblení odlitků ze šedé litiny v místě styku dvou stěn, z nichž je jedna průběžná.



Obr. 4

Velikost poloměru zaoblení je závislá:
a) na tloušťce styčných stěn,
b) na úhlu stěn.

Teoretický poloměr zaoblení se určí ze střední hodnoty tloušťky stěn $s = \frac{a + b}{2}$

Rozměry v mm

Úhel α		Teoretický poloměr zaoblení
nad	do	
45°	90°	0,5s
90°	120°	1,0s
120°	135°	1,6s

Teoretický poloměr zaoblení se zaokrouhlí na nejbližší vyšší hodnotu z řady normalizovaných poloměrů.

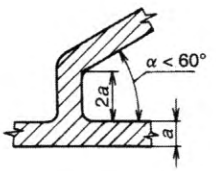
Řada normalizovaných hodnot poloměrů zaoblení

Rozměry v mm

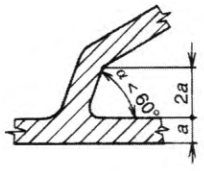
3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	32	40

Připojení stěn (žeber)

Nedoporučuje se připojovat stěny nebo žebra v úhlu α menším než 60° nebo větším než 120°. Podle konstrukčních možností, připojíme stěnu podle obr. 5, nebo s přechodem šikmým podle obr. 6.

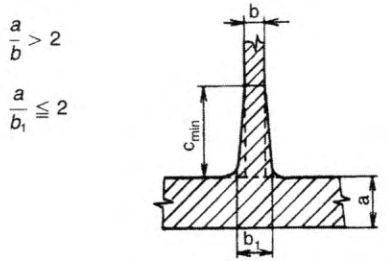


Obr. 5



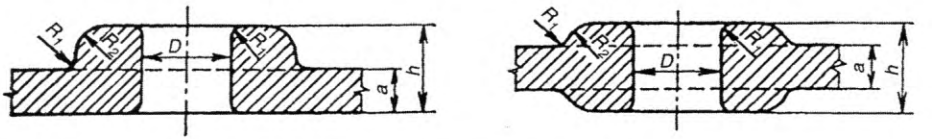
Obr. 6

Tenké stěny nebo žebra lze připojit k tlustší stěně jen do poměru $\frac{a}{b} = 2$. Je-li poměr $\frac{a}{b} > 2$, musí se tenčí stěna nebo žebro připojit tak, aby v místě připojení byl poměr $\frac{a}{b_1} \leqq 2$ (obr. 7)



Obr. 7

Minimální rozměry předlitých děr Rozměry v mm

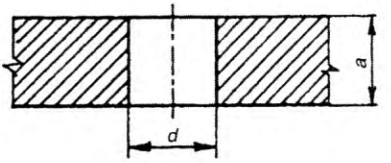


Hloubka díry h	Tloušťka stěny a				
	do 40	41 až 60	61 až 80	81 až 110	111 až 140
	Rozměr D				
do 60	25	30	35	40	40
61 až 90	28	32	38	44	48
91 až 130	30	36	43	50	60
131 až 170	32	40	48	55	65
171 až 220	35	44	52	60	70
221 až 270	38	48	58	68	75
271 až 330	41	56	60	70	80
331 až 400	44	60	65	75	85
401 až 500	48	62	70	80	90

Rozměr D nemusí vždy značit průměr válcové díry.
Okraje děr se zpevňují lemem (viz obr.).

Díry se nepředlévají pro odlitky

z oceli na odlitky:	ze šedé litiny:	
je-li $d \leqq 20$	jestliže průměr díry nepřesahuje	$d \leqq 30$ při sériové výrobě
nebo $d \leqq 0{,}4a + 10$	$d \leqq 20$ při hromadné výrobě	$d \leqq 50$ při kusové výrobě



SVAŘOVÁNÍ

SVAŘOVÁNÍ OCELÍ RUČNĚ OBLOUKOVÝM SVAŘOVÁNÍM OBALENOU ELEKTRODOU, TAVICÍ ELEKTRODOU V OCHRANNÉM PLYNU, PLAMENOVÝM SVAŘOVÁNÍM, SVAŘOVÁNÍM WOLFRAMOVOU ELEKTRODOU V OCHRANNÉ ATMOSFÉŘE INERTNÍHO PLYNU A SVAŘOVÁNÍ SVAZKEM PAPRSKŮ

Výběr z ČSN EN ISO 9692-1
(05 0025)
Účinnost od 1. 4. 2014

Tato část ISO 9692 obsahuje typy přípravy svarových spojů pro svařování ocelí ručním obloukovým svařováním obalenou elektrodou, tavicí elektrodou v ochranném plynu, plamenovým svařováním, svařováním wolframovou elektrodou v ochranné atmosféře inertního plynu a svařování svazkem paprsků (viz kap. 3 a 4).
Norma platí pro přípravu tupých svárů a plným průvalem a pro koutové svary. Mohou se dohodnout typy přípravy a rozměry tupých svarových spojů s částečným průvalem odlišujících se od specifikovaných v této části ISO 9692.
Kořenové mezery uváděné v této části ISO 9692 jsou mezery ve stavu po stehování, pokud je stehování použito.
Mělo by se dbát na úpravu detailů v přípravě svarových spojů (kde je to vhodné) pro snazší použití odnímatelné podložky, "jednostranné svařování", atd.

Materiály
Příprava svarových spojů podle doporučení v této části ISO 9692 je vhodná pro všechny druhy ocelí.

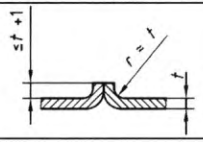
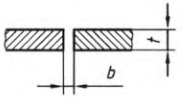
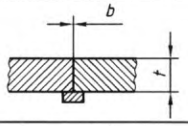
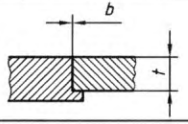
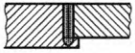
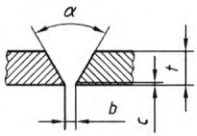
Metoda svařování
Příprava svarových spojů podle doporučení v této části ISO 9692 je vhodná pro svařování prováděná následujícími metodami specifikovanými v tabulkách 1 až 4 (jsou možné kombinace různých metod):
a) (3) plamenové svařování, plamenové svařování s kyslíkem;
b) (111) ruční obloukové svařování obalenou elektrodou (obloukové svařování, které používá obalenou drátovou elektrodu), svařování obalenou elektrodou;
c) (13) obloukové svařování tavicí se elektrodou v ochranném plynu;
   - (131) MIG svařování drátěnou elektrodou, obloukové svařování tavicí se elektrodou v inertním plynu;
   - (132) MIG svařování plněnou elektrodou, obloukové svařování plněnou elektrodou v inertním plynu;
   - (133) MIG svařování plněnou elektrodou s kovovým práškem, obloukové svařování plněnou elektrodou s kovovým práškem;
   - (135) obloukové svařování tavicí se elektrodou v aktivním plynu, MAG svařování;
   - (138) MAG svařování plněnou elektrodou s kovovým práškem, obloukové svařování plněnou elektrodou s kovovým práškem v aktivním plynu;
d) (141) TIG svařování s pevným přídavným materiálem (drát/tyč), obloukové svařování wolframovou elektrodou v inertním plynu s pevným přídavným materiálem (drát/tyč);
e) (51) elektronové svařování
   - (512) elektronové svařování v atmosféře;
   - (52) laserové svařování.

POZNÁMKA: Čísla v závorkách odpovídají číslům metod svařování, která jsou uvedena v ISO 4063.

Provedení
U podélných hran otupení v kořenu by měl být odstraněn otřep a hrany mohou být sraženy (až do 2 mm).

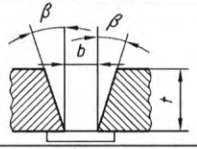
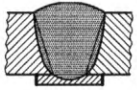
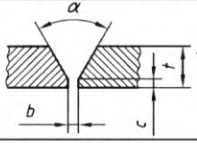
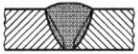
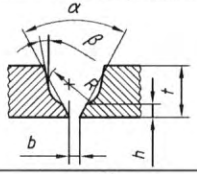
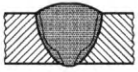
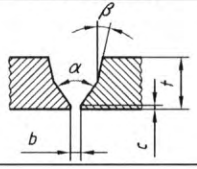
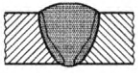
Typy příprav svarových ploch spojů

Doporučené typy příprav svarových spojů a jejich rozměry jsou uvedeny v tabulkách 1 až 4.

Ref. číslo	Tloušťka materiálu t mm	Název svaru	Značka (podle ISO 2553 [1])	Řez	Rozměry				Doporučená metoda svařování (číslo podle ISO 4063 [2])	Zobrazení svaru	Poznámky
					Úhel[a] α, β	Mezera[b] b mm	Otupení c mm	Výška úkosu h mm			
1.1	≤ 2	Lemový svar			–	–	–	–	3 111 141 512		Obvykle bez přídavného materiálu
1.2.1	≤ 4	I-svar			–	~ t	–	–	3 111 141		–
1.2.2	$3 < t \leq 8$					$6 \leq b \leq 8$			13		Kde je to vhodné použít podložku
	≤ 15					~ t			141[c]		
						≤ 1[d]			52		
						0					
1.2.3	≤ 100	I-svar s podložkou			–	–	–	–	51		–
1.2.4		I-svar se středícím osazením									
1.3	$3 < t \leq 10$	V-svar			$40° \leq \alpha \leq 60°$	≤ 4	≤ 2	–	3 111 13 141		Kde je to vhodné použít podložku
	$8 < t \leq 12$				$6° \leq \alpha \leq 8°$	–			52[d]		

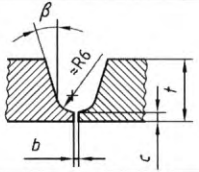
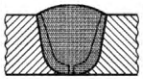
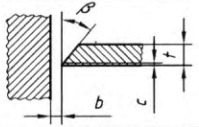
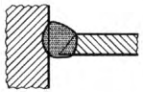
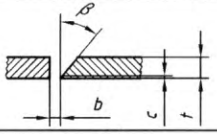
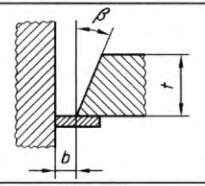
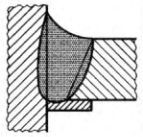
Pokračování

Rozměry v mm

Ref. číslo	Tloušťka materiálu t mm	Název svaru	Značka (podle ISO 2553 [1])	Řez	Rozměry				Doporučená metoda svařování (číslo podle ISO 4063 [2])	Zobrazení svaru	Poznámky
					Úhel[a] α, β	Mezera[b] b mm	Otupení c mm	Výška úkosu h mm			
1.4	> 16	V-svar se strmým úkosem			$5° \le \beta \le 20°$	$5 \le b \le 15$	–	–	111 13		S podložkou
1.5	$5 \le t \le 40$	V-svar s výrazným otupením			$\alpha \approx 60°$	$1 \le b \le 4$	$2 \le c \le 4$	–	111 13 141		–
1.6	> 12	U-svar s V-svarem v kořenu			$60° \le \alpha \le 90°$ $8° \le \beta \le 12°$	$1 \le b \le 3$	–	~ 4	111 13 141		$6 \le R \le 9$
1.7	> 12	U-svar s V-svarem v kořenu			$60° \le \alpha \le 90°$ $10° \le \beta \le 15°$	$2 \le b \le 4$	≤ 2	–	111 13 141		–

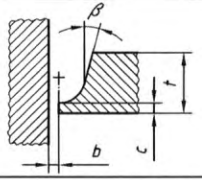
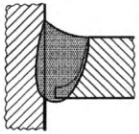
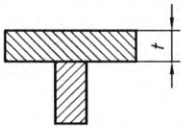
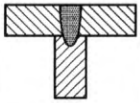
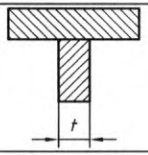
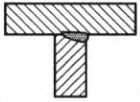
Pokračování

Rozměry v mm

Ref. číslo	Tloušťka materiálu t mm	Název svaru	Značka (podle ISO 2553 [1])	Řez	Rozměry				Doporučená metoda svařování (číslo podle ISO 4063 [2])	Zobrazení svaru	Poznámky
					Úhel[a] α, β	Mezera[b] b mm	Otupení c mm	Výška úkosu h mm			
1.8	> 12	U-svar			$8° \le \beta \le 12°$	≤ 4	≤ 3	–	111 13 141		–
1.9.1	$3 < t \le 10$	½ V-svar			$35° \le \beta \le 60°$	$2 \le b \le 4$	$1 \le c \le 2$	–	111 13 141		–
1.9.2											
1.10	> 16	½ V-svar se strmým úkosem			$15° \le \beta \le 60°$	$6 \le b \le 12$ ~ 12	–	–	111 13 141		S podložkou

Pokračování

Rozměry v mm

Ref. číslo	Tloušťka materiálu t mm	Název svaru	Značka (podle ISO 2553 [1])	Řez	Rozměry: Úhel[a] α, β	Rozměry: Mezera[b] b mm	Rozměry: Otupení c mm	Rozměry: Výška úkosu h mm	Doporučená metoda svařování (číslo podle ISO 4063 [2])	Zobrazení svaru	Poznámky
1.11	> 16	½ U-svar			$10° \le \beta \le 20°$	$2 \le b \le 4$	$1 \le c \le 2$	–	111 13 141		–
1.12	≤ 15 ≤ 100	Průval na T-spoji	–[e]		–	–	–	–	52 51		–
1.13	≤ 15 ≤ 100	Jednostranný I-svar na T-spoji	–[e]		–	–	–	–	52 51		–

[a] Pro svařování v poloze PC podle ISO 6947 (vodorovná poloha) jsou úhly také větší nebo nesymetrické.

[b] Udané rozměry se vztahují ke stavu po stehování.

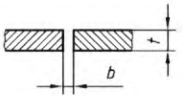
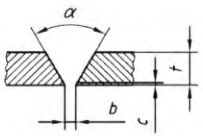
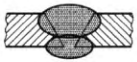
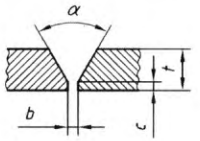
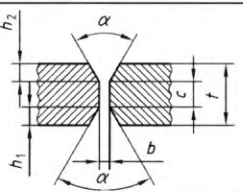
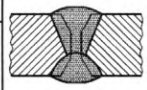
[c] Odkaz na metodu svařování neznamená, že je vhodná pro celý rozsah tlouštěk dílů.

[d] S přídavným materiálem.

[e] Značka a číslo nejsou ještě normalizovány podle ISO 2553:1992 [1].

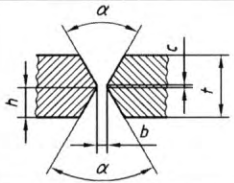
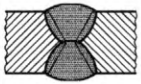
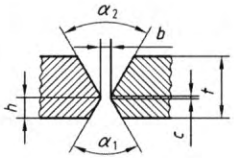
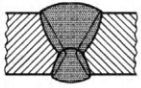
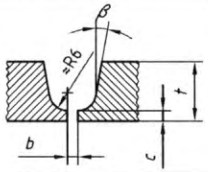
Tabulka 2 Příprava svarových spojů tupých svarů svařovaných z obou stran

Rozměry v mm

Ref. číslo	Tloušťka materiálu t mm	Název svaru	Značka (podle ISO 2553 [1])	Řez	Rozměry				Doporučená metoda svařování (číslo podle ISO 4063 [2])	Zobrazení svaru	Poznámky
					Úhel[a] α, β	Mezera[b] b mm	Otupení c mm	Výška úkosu h mm			
2.1	≤ 8	Oboustranný I-svar			–	≈ t/2	–	–	111 141		–
						≤ (t/2)			13		
	≤ 15					0			52		
2.2	$3 \le t \le 40$	Podložený V-svar			$\alpha \approx 60°$	≤ 3	≤ 2	–	111 141		Je uvedena podložná vrstva.
					$40° \le \alpha \le 60°$				13		
2.3	> 10	Podložený V-svar s výrazným otupením			$\alpha \approx 60°$	1 ≤ b ≤ 3	2 ≤ c ≤ 4	–	111 141		Ve zvláštních případech, možné také pro menší tloušťky dílů a pro metodu svařování 3. Je uvedena podložná vrstva.
					$40° \le \alpha \le 60°$				13		
2.4	> 10	Oboustranný V-svar s výrazným otupením			$\alpha \approx 60°$	1 ≤ b ≤ 4	2 ≤ c ≤ 6	$h_1 = h_2 = \frac{t-c}{2}$	111 141		–
					$40° \le \alpha \le 60°$				13		

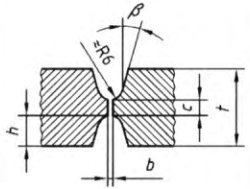
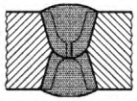
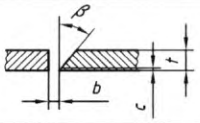
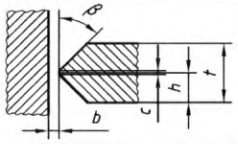
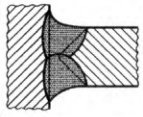
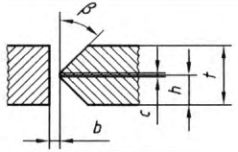
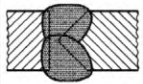
Pokračování

Rozměry v mm

Ref. číslo	Tloušťka materiálu t mm	Název svaru	Značka (podle ISO 2553 [1])	Řez	Rozměry: Úhel[a] α, β	Rozměry: Mezera[b] b mm	Rozměry: Otupení c mm	Rozměry: Výška úkosu h mm	Doporučená metoda svařování (číslo podle ISO 4063 [2])	Zobrazení svaru	Poznámky
2.5.1	> 10	Oboustranný V-svar			$\alpha \approx 60°$	$1 \le b \le 3$	≤ 2	$\approx t/2$	111 141		–
					$40° \le \alpha \le 60°$				13		
2.5.2		Nesymetrický oboustranný V-svar			$\alpha_1 \approx 60°$ $\alpha_2 \approx 60°$			$\approx t/3$	111 141		–
					$40° \le \alpha_1 \le 60°$ $40° \le \alpha_2 \le 60°$				13		
2.6	> 12	Podložený U-svar			$8° \le \beta \le 12°$	$1 \le b \le 3$	~ 5	–	111 13		Je uvedena podložená vrstva
						≤ 3			141[c]		

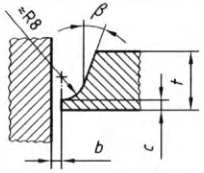
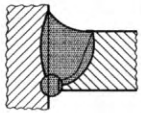
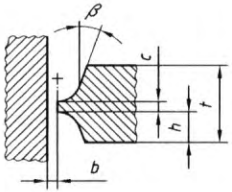
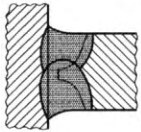
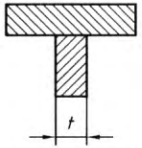
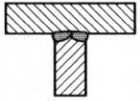
Pokračování

Rozměry v mm

Ref. číslo	Tloušťka materiálu t mm	Název svaru	Značka (podle ISO 2553 [1])	Řez	Rozměry				Doporučená metoda svařování (číslo podle ISO 4063 [2])	Zobrazení svaru	Poznámky
					Úhel[a] α, β	Mezera[b] b mm	Otupení c mm	Výška úkosu h mm			
2.7	≥ 30	Oboustranný U-svar			$8° \leq \beta \leq 12°$	≤ 3	~ 3	$\approx \frac{t-c}{2}$	111 13 141[c]		Tato příprava svarového spoje může být provedena také nesymetricky podobně jako oboustranný nesymetrický V-svar
2.8	$3 \leq t \leq 30$	Podložený ½V-svar			$35° \leq \beta \leq 60°$	$1 \leq b \leq 4$	≤ 2	–	111 13 141[c]		Je uvedena podložená vrstva.
2.9.1	> 10	Oboustranný ½V-svar			$35° \leq \beta \leq 60°$	$1 \leq b \leq 4$	≤ 2	$= \frac{t}{2}$ nebo $= \frac{t}{3}$	111 13 141		Tato příprava svarového spoje může být provedena také nesymetricky podobně jako oboustranný nesymetrický V-svar
2.9.2											

Pokračování

Rozměry v mm

Ref. číslo	Tloušťka materiálu t mm	Název svaru	Značka (podle ISO 2553 [1])	Řez	Rozměry				Doporučená metoda svařování (číslo podle ISO 4063 [2])	Zobrazení svaru	Poznámky
					Úhel[a] α, β	Mezera[b] b mm	Otupení c mm	Výška úkosu h mm			
2.10	> 16	Podložený ½V-svar			$10° \le \beta \le 20°$	$1 \le b \le 3$	≤ 2	–	111 13 141[c]		Je uvedena podložená vrstva.
2.11	> 30	Oboustranný ½U-svar			$10° \le \beta \le 20°$	≤ 3	≤ 2 < 2	$= \frac{t-c}{2}$ $\approx t/2$	111 13 141[c]		Tato příprava svarového spoje může být provedena také nesymetricky podobně jako oboustranný nesymetrický V-svar
2.12	≤ 25 ≤ 170	Oboustranný I-svar na T-spoji	–[d]		–	–	–	–	52 51		–

[a] Pro svařování v poloze PC (vodorovná poloha) podle ISO 6947 jsou úhly také větší nebo nesymetrické.

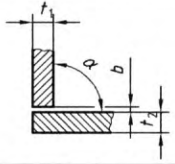
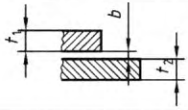
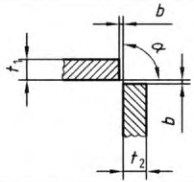
[b] Udané rozměry se vztahují ke vztahu po stehování.

[c] Odkaz na metodu svařování neznamená, že je vhodná pro celý rozsah tlouštěk dílů.

[d] Značka a číslo nejsou normalizovány podle ISO 2553:1992 [1].

Tabulka 3 Příprava svarových spojů koutových svarů svařovaných z jedné strany

Rozměry v mm

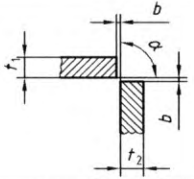
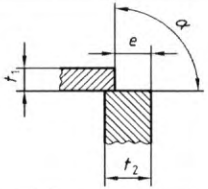
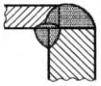
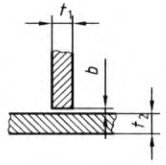
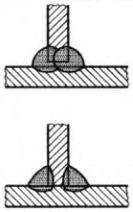
Ref. číslo	Tloušťka materiálu t mm	Název svaru	Značka (podle ISO 2553 [1])	Řez	Rozměry		Doporučená metoda svařování[a] (číslo podle ISO 4063 [2])	Zobrazení svaru
					Úhel α, β	Mezera b mm		
3.1.1	$t_1 > 2$ $t_2 > 2$	Jednostranný koutový svar	[b]		$70° \leq \alpha \leq 100°$	≤ 2	3 111 13 141	
3.1.2	$t_1 > 2$ $t_2 > 2$	Koutový svar přeplátovaného spoje			–	≤ 2	3 111 13 141	
3.1.3	$t_1 > 2$ $t_2 > 2$	Koutový svar rohového spoje			$60° \leq \alpha \leq 120°$	≤ 2	3 111 13 141	

[a] Odkaz na metodu svařování neznamená, že je vhodná pro celý rozsah tlouštěk dílů.

[b] Značka je použitelná pouze pro $\alpha = 90°$.

Tabulka 4 Příprava svarových spojů koutových svarů svařovaných z obou stran

Rozměry v mm

Ref. číslo	Tloušťka materiálu t mm	Název svaru	Značka (podle ISO 2553 [1])	Řez	Rozměry		Doporučená metoda svařování[a] (číslo podle ISO 4063 [2])	Zobrazení svaru
					Úhel α, β	Mezera b mm		
4.1.1	$t_1 > 3$ $t_2 > 3$	Podložený koutový svar rohového spoje			$70° \leq \alpha \leq 100°$	≤ 2	3 111 13 141	
4.1.2	$t_1 > 2$ $t_2 > 5$	Oboustranný koutový svar rohového spoje			$60° \leq \alpha \leq 120°$	–	3 111 13 141	
4.1.3	$2 \leq t_1 \leq 4$ $2 \leq t_2 \leq 4$	Oboustranný koutový svar			–	≤ 2 –	3 111 13 141	

[a] Odkaz na metodu svařování neznamená, že je vhodná pro celý rozsah tlouštěk dílů.

[b] Značka je použitelná pouze pro $\alpha = 90°$.

PŘEHLED METOD SVAŘOVÁNÍ A JEJICH ČÍSLOVÁNÍ

Výběr z ČSN EN ISO 4063
(05 0011)
Účinnost od 1. 8. 2011

Kde je požadováno úplné označení metody svařování, musí mít toto označení následující uspořádání: číslo této mezinárodní normy (tj. „ISO 4063"), oddělené pomlčkou od čísla metody, jak to uvádí příklad.

PŘÍKLAD Metoda 42 „Třecí svařování" se označuje následovně:

ISO 4063 - 42

U metod svařování, kde jsou možné různé druhy přenosu svarového kovu, se může druh přenosu označit písmenem podle tabulky 1, jak to uvádí příklad.

PŘÍKLAD Obloukové svařování tavící se elektrodou v inertním plynu (MIG svařování) se zkratovým přenosem se označuje následovně:

ISO 4063 - 131-D

Tabulka 1 – Druh přenosu svarového kovu

Druh	Název			
	Česky	English/Anglicky	Français/Francouzsky	Deutsch/Německy
D	Zkratový přenos	Short-circuit transfer (dip transfer)	Transfert par court-circuit	Werkstoffübergang im Kurzschluss
G	Kapkový přenos	Globular transfer	Transfert globulaire	großtropfiger Werkstoffübergang
S	Sprchový přenos	Spray transfer	Transfert par pulvérisation	feintropfiger Werkstoffübergang
P	Impulzní přenos	Pulsed transfer	Transfert pulsé	impulsgesteuerter Werkstoffübergang

Pokud se používá více než jedna elektroda, může být použito označení dodatkovým číslem, jak to uvádí příklad.

PŘÍKLAD Obloukové svařování tavící se elektrodou v inertním plynu (MIG svařování) se dvěma elektrodami se označuje následovně:

ISO 4063 - 131-2

Kde se používá dodatečný přídavný materiál, může se označit údaj o drátu horký/studený podle tabulky 2, jak to uvádí příklad.

PŘÍKLAD Svařování pod tavidlem drátovou elektrodou a dodatečným studeným drátem se označuje následovně:

ISO 4063 - 121-C

Tabulka 2 – Dodatkové položky

Druh	Název			
	Česky	English/Anglicky	Français/Francouzsky	Deutsch/Německy
C	Studený drát	Cold wire	Fil froid	Kaltdraht
H	Horký drát	Hot wire	Fil chaud	Heißdraht

Kde se používá současně více než jedna svařovací metoda ve stejné oblasti použití, mohou být metody popsány současným odděleným označením každé z metod se značkou plus („+“).

PŘÍKLAD Současné použití laserového a plazmového svařování by se označilo 522+15.

Přehled metod a jejich číslování

Číslo metody	Popis metody
1	Obloukové svařování
11	Obloukové svařování tavící se elektrodou bez ochranného plynu
111	Ruční obloukové svařování obalenou elektrodou
112	Gravitační obloukové svařování obalenou elektrodou
114	Obloukové svařování plněnou elektrodou bez ochranného plynu
12	Svařování pod tavidlem
121	Svařování pod tavidlem drátovou elektrodou
122	Svařování pod tavidlem páskovou elektrodou
124	Svařování pod tavidlem s přídavkem kovového prášku
125	Svařování pod tavidlem plněnou elektrodou
126	Svařování pod tavidlem plněnou páskovou elektrodou
13	Obloukové svařování tavící se elektrodou v ochranném plynu
131	Obloukové svařování tavící se elektrodou v inertním plynu; MIG svařování
132	Obloukové svařování tavící se plněnou elektrodou v inertním plynu
133	Obloukové svařování tavící se plněnou elektrodou s kovovým práškem v inertním plynu
135	Obloukové svařování tavící se elektrodou v aktivním plynu; MAG svařování
136	Obloukové svařování plněnou elektrodou v aktivním plynu
138	Obloukové svařování plněnou elektrodou s kovovým práškem v aktivním plynu
14	Obloukové svařování netavící se elektrodou v ochranném plynu
141	Obloukové svařování wolframovou elektrodou v inertním plynu; WIG, TIG svařování
142	Obloukové svařování wolframovou elektrodou v inertním plynu bez přídavného materiálu
143	Obloukové svařování wolframovou elektrodou v inertním plynu s plněnou elektrodou nebo tyčí
145	Obloukové svařování wolframovou elektrodou s redukčním podílem plynu v jinak inertním plynu s plným drátem nebo tyčí
146	Obloukové svařování wolframovou elektrodou s redukčním podílem plynu v jinak inertním plynu s plněnou elektrodou nebo tyčí
147	Obloukové svařování wolframovou elektrodou s aktivním podílem plynu v jinak inertním plynu
15	Plazmové svařování
151	Plazmové MIG svařování
152	Plazmové svařování s přídavkem prášku
153	Plazmové svařování s přeneseným plazmovým obloukem
154	Plazmové svařování s nepřeneseným plazmovým obloukem
155	Plazmové svařování s polopřeneseným plazmovým obloukem
185	Svařování magneticky ovládaným obloukem
2	Odporové svařování
21	Odporové bodové svařování
211	Nepřímé bodové svařování
212	Přímé bodové svařování
22	Odporové švové svařování
221	Švové svařování s přeplátováním
222	Švové svařování s rozválcováním
223	Švové svařování s přípravou hran
224	Švové svařování s drátem
225	Stykové švové svařování s páskem
226	Přeplátované švové svařování s páskem
23	Odporové výstupkové svařování
231	Nepřímé výstupkové svařování
232	Přímé výstupkové svařování
24	Odtavovací stykové svařování
241	Odtavovací stykové svařování s předehřevem
242	Odtavovací stykové svařování bez předehřevu
25	Stlačovací stykové svařování
26	Odporové přivařování svorníků
27	Vysokofrekvenční odporové svařování
29	Ostatní způsoby odporového svařování
3	Plamenové svařování
31	Plamenové svařování s kyslíkem
311	Kyslíko-acetylenové svařování
312	Kyslíko-propanové svařování
313	Kyslíko-vodíkové svařování
4	Tlakové svařování
41	Ultrazvukové svařování
42	Třecí svařování
421	Třecí svařování s přímým pohonem
422	Třecí svařování se setrvačníkem
423	Třecí přivařování svorníků
43	Třecí svařování promísením
44	Svařování velkou mechanickou energií
441	Svařování výbuchem

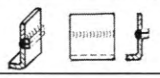
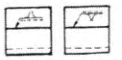
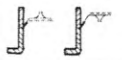
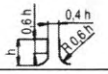
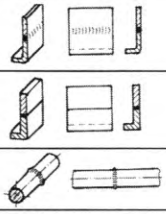
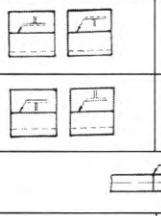
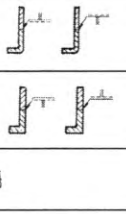
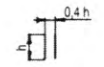
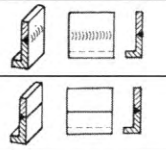
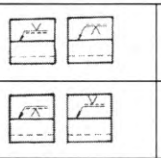
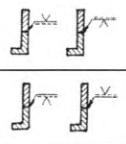
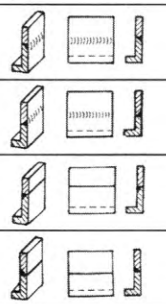
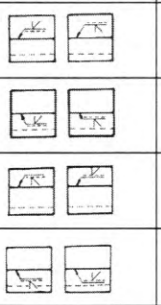
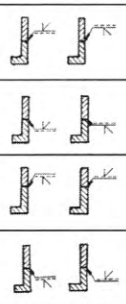
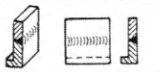
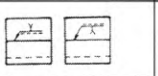
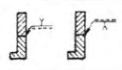
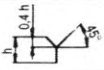
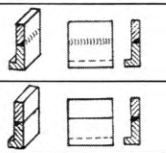
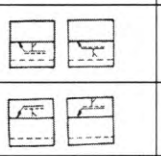
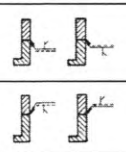
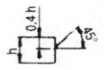
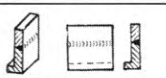
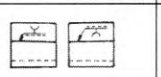
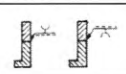
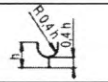
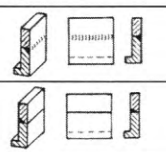
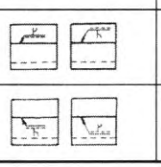
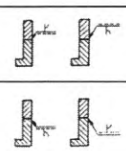
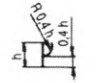
Číslo metody	Popis metody
442	Magnetické pulzní svařování
45	Difuzní svařování
47	Tlakové svařování s plamenovým ohřevem
48	Tlakové svařování za studena
49	Tlakové svařování za horka
5	Svařování svazkem paprsků
51	Elektronové svařování
511	Elektronové svařování ve vakuu
512	Elektronové svařování v atmosféře
513	Elektronové svařování s přídavkem ochranných plynů
52	Laserové svařování
521	Svařování pevnolátkovým laserem
522	Svařování plynovým laserem
523	Svařování diodovým laserem
7	Ostatní způsoby svařování
71	Aluminotermické svařování
72	Elektrostruskové svařování
721	Elektrostruskové svařování s páskovou elektrodou
722	Elektrostruskové svařování s drátovou elektrodou
73	Elektroplynové svařování
74	Indukční svařování
741	Indukční stykové svařování
742	Indukční švové svařování
743	Indukční vysokofrekvenční svařování
75	Svařování světelným zářením
753	Svařování infračerveným zářením
78	Přivařování svorníků obloukem
783	Zdvihové přivařování svorníků s keramickým kroužkem nebo v ochranném plynu
784	Krátkodobé zdvihové přivařování svorníků
785	Kondenzátorové zdvihové přivařování svorníků
786	Kondenzátorové přivařování svorníků s hrotovým zapalováním
787	Zdvihové přivařování svorníků s natavením nákružku
8	Řezání a drážkování
81	Řezání kyslíkem
82	Řezání elektrickým obloukem
821	Řezání vzduchem v elektrickém oblouku
822	Řezání kyslíkem v elektrickém oblouku
83	Plazmové řezání
831	Plazmové řezání s oxidačním plynem
832	Plazmové řezání bez oxidačního plynu
833	Plazmové řezání tlakovým vzduchem
834	Vysoce přesné plazmové řezání
84	Laserové řezání
86	Drážkování plamenem
87	Drážkování elektrickým obloukem

Číslo metody	Popis metody
871	Drážkování stlačeným vzduchem v elektrickém oblouku
872	Drážkování kyslíkem v elektrickém oblouku
88	Plazmové drážkování
9	Pájení tvrdé, měkké a do úkosu
91	Tvrdé pájení s místním ohřevem
911	Infračervené tvrdé pájení
912	Plamenové tvrdé pájení
913	Laserové tvrdé pájení
914	Elektronové tvrdé pájení
916	Indukční tvrdé pájení
918	Odporové tvrdé pájení
919	Difuzní tvrdé pájení
92	Tvrdé pájení s celkovým ohřevem
921	Tvrdé pájení v peci
922	Tvrdé pájení ve vakuu
923	Tvrdé pájení v pájecí lázni
924	Tvrdé pájení v solné lázni
925	Tvrdé pájení v tavidlové lázni
926	Tvrdé pájení ponořením
93	Ostatní způsoby tvrdého pájení
94	Měkké pájení s místním ohřevem
941	Infračervené měkké pájení
942	Plamenové měkké pájení
943	Měkké pájení páječkou
944	Měkké pájení vlečením
945	Laserové měkké pájení
946	Indukční měkké pájení
947	Ultrazvukové měkké pájení
948	Odporové měkké pájení
949	Difuzní měkké pájení
95	Měkké pájení s celkovým ohřevem
951	Měkké pájení na vlně
953	Měkké pájení v peci
954	Měkké pájení ve vakuu
955	Měkké pájení ponorem
957	Měkké pájení v solné lázni
96	Ostatní způsoby měkkého pájení
97	Pájení do úkosu
971	Plamenové pájení do úkosu
972	Obloukové pájení do úkosu
973	Pájení do úkosu v ochranném plynu
974	Pájení do úkosu v inertním plynu wolframovou elektrodou
975	Plazmové pájení do úkosu
976	Laserové pájení do úkosu
977	Elektronové pájení do úkosu

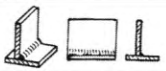
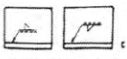
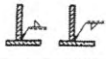
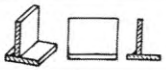
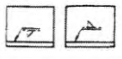
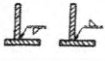
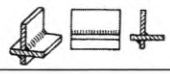
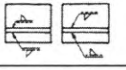
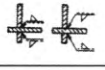
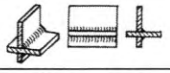
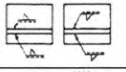
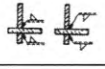
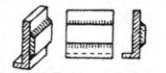
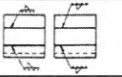
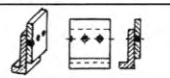
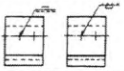
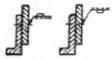
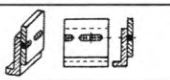
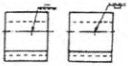
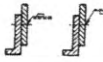
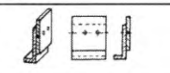
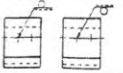
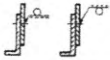
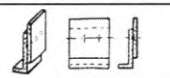
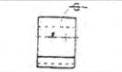
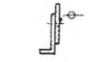
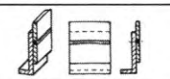
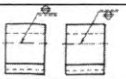
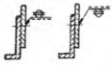
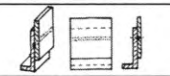
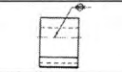
ZOBRAZOVÁNÍ SVAROVÝCH SPOJŮ NA VÝKRESECH

Výběr z ČSN EN ISO 2553 (01 3155)
Účinnost od 1. 9. 2014

Základní značky

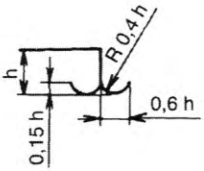
Název Značka	Vysvětlující vyobrazení	Označení na výkresu		Tvar a rozměr značky
		v pohledu	v řezu	
Lemový svar				
I - svar				
V - svar				
½V - svar				
Y - svar				
½Y - svar				
U - svar				
½U - svar				

Pokračování

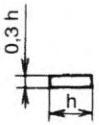
Název Značka	Vysvětlující vyobrazení	Označení na výkresu		Tvar a rozměr značky
		v pohledu	v řezu	
Koutový svar				
				
				
				
				
Děrový svar				
				
Bodový svar				
				
Švový svar				
				

h - výška popisu

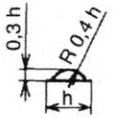
Rozměry doplňujících značek



obrobené přechody svaru



přivařená podložka

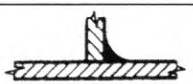
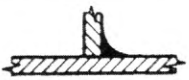


vydrážkování kořene svaru

DOPLŇUJÍCÍ ZNAČKY

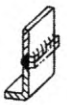
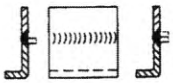
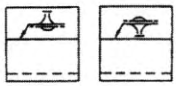
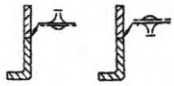
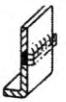
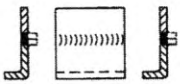
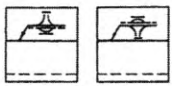
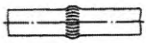
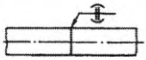
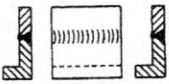
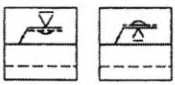
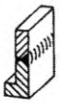
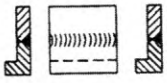
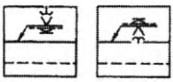
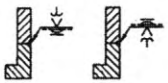
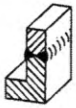
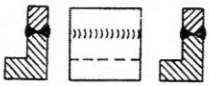
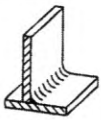
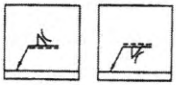
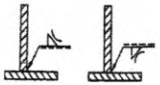
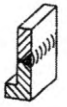
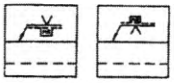
Tvar povrchu spoje	Značka
a) Plochý	
b) Převýšený	
c) Vydutý	
d) Opracované přechody	
e) Přivařená podložka	
f) Odnímatelná podložka	

PŘÍKLADY POUŽITÍ DOPLŇUJÍCÍCH ZNAČEK

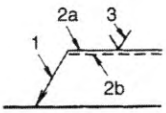
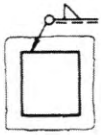
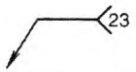
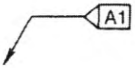
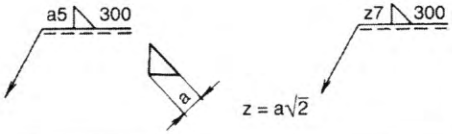
Pojmenování spoje	Zobrazení	Značka
Plochý V - svar		
Převýšený oboustranný V - svar		
Vydutý koutový svar		
Plochý V - svar s plochým podložením		
Podložený Y - svar		
Plochý opracovaný V - svar[1])		
Koutový svar s opracovanými bezvrubými přechody		

[1]) Značka podle ISO 1302; může být také použita základní značka $\sqrt{\ }$.

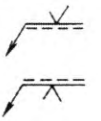
PŘÍKLADY KOMBINACE ZÁKLADNÍCH A DOPLŇKOVÝCH ZNAČEK

Značka	Názorové zobrazení		Zobrazení a označení na výkresu	
			v pohledu	v řezu
				
				
				
				
				
				
				
				

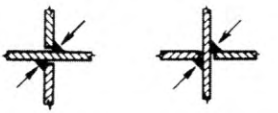
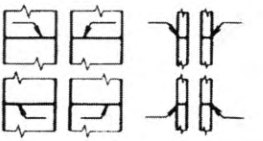
ZNAČENÍ SVARU

Úplné označení svaru 1 - odkazová čára 2a - praporek odkazové čáry (plná čára) kreslí se rovnoběžně se spodním okrajem výkresu 2b - identifikační čára (čárkovaná čára) lze umísitt nad nebo pod plnou čáru 3 - značka svaru	
Značka pro obvodový svar	
Značka pro montážní svar	
Označení metody svařování číselné označení je umístěno do vidlice na konci praporku	
Označení pořadí ve vidlici praporku (údaje o druhu a rozměrech svaru): - metoda svařování - stupeň jakosti - poloha svařování - přídavné materiály	
Označení hlavních rozměrů Jmenovitá šířka svaru Jmenovitá tloušťka svaru	
Způsob označování velikosti koutových svarů	

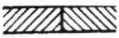
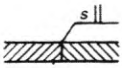
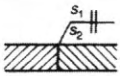
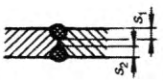
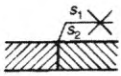
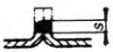
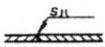
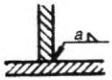
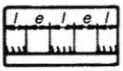
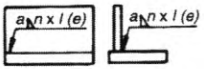
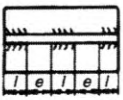
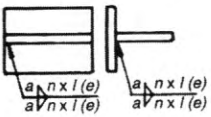
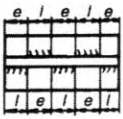
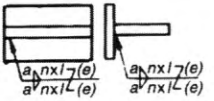
Pokračování

Poloha značky svaru - povrch svaru je na straně odkazové čáry	
- povrch svaru je na straně protilehlé k odkazové čáře	
- po oboustranné symetrické svary	

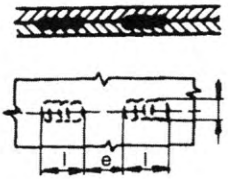
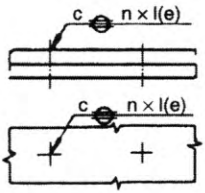
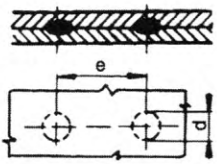
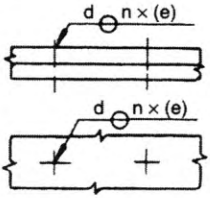
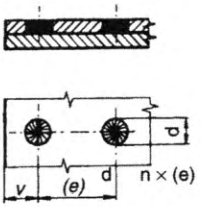
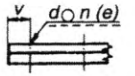
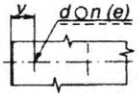
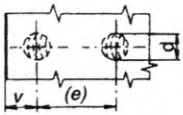
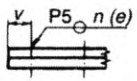
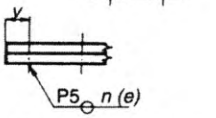
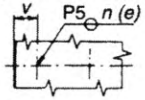
PŘÍKLADY UMÍSTĚNÍ ZNAČEK SVARU

Svar na straně odkazové čáry	
Svar na straně protilehlé k odkazové čáry	
Křížový spoj se dvěma koutovými svary	
Poloha odkazové čáry vůči svaru nemá zvláštní význam	
u svaru l=2V a ½U musí čipka směřovat proti svarové ploše, kde je zhotoven úkos	
Všeobecná pravidla Ke každé značce svaru může být přiřazen další počet rozměrů. Vlevo od značky svarů se uvádí hlavní rozměr svaru vztahující se k příčnému řezu svaru. Vpravo od značky se uvádí rozměry délky svaru.	

PŘÍKLADY ZNAČENÍ ROZMĚRŮ SVARŮ

Druh svaru	Vyobrazení	Označení rozměrů	Poznámky
V svar			*s* - největší vzdálenost od povrchu součásti po dno svaru, která nemůže být větší než tloušťka tenší součásti
I svar			
			
V svar			
Lemový svar			*s* - největší vzdálenost od povrchového svaru po dno závaru
Koutový svar			*a* - výška největšího rovnoramenného pravoúhlého trojúhelníku vepsaného do průřezu svaru
Přerušovaný koutový svar			*z* - odvěsna trojúhelníku svaru
Dvojstranný přerušovaný koutový svar			*l* - délka svaru
Střídavě přerušovaný koutový svar			*e* - mezera mezi sousedními svary
			n - počet svarů
			Z - značka pro vystřídání svaru

Pokračování

Druh svaru	Vyobrazení	Označení rozměrů	Poznámky
Švový svar			*c* - šířka svaru
Bodový svar			*e* - rozteč bodů *d* - průměr bodového svaru
Děrový svar		 čelní pohled  pohled zhora	*c* - šířka štěrbiny (*e*) - rozteč bodů *d* - průměr otvoru
Výstupkový svar	 	čelní pohled   šipka ukazuje na plech s výstupky  pohled zhora	*n* - počet výstupků (*e*) - rozteč bodů P5 - označení velikosti výstupku

Svařitelnost ocelí - výběr

Oceli

Třída oceli	Zaručená	Dobrá	Obtížná	Nedoporučuje se
10		10 000 10 216		
11	11 300 11 320 11 343 11 425 11 453	11 343 11 373 11 523	11 500 11 550 11 600 11 650 11 700	11 110 11 120 11 140
12	12 010 12 020 12 030[1])		12 040 12 050	12 060 12 090
13	13 030		13 141 13 151	13 180 13 251
14	14 220[1]) 14 331[1])	14 120	14 221	14 109 14 240
15	15 217 15 121	15 130 15 230	15 235 15 240	15 340
16	16 221[1]) 16 320[1])	16 532	16 220	16 420
17	17 020[1]) 17 241	17 022 17 040	17 153	17 042
19				19 083 19 312 19 132 19 356 19 133 19 436 19 152 19 830 19 191 19 861 19 221 19 824

Slitiny železa na odlitky

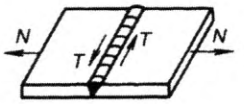
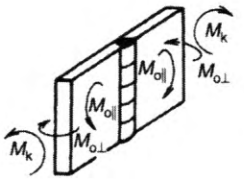
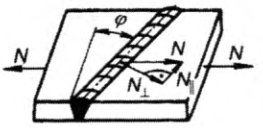
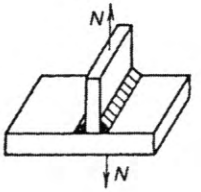
25	42 2540[1])		42 2555	
26	42 2633 42 2643	42 2630	42 2650 42 2660	
27	42 2709[1]) 42 2712[1])		42 2711	
29	42 2905		42 2912	42 2914

[1]) Podmínečně zaručená.

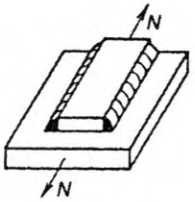
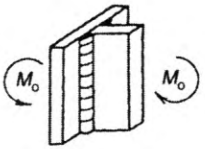
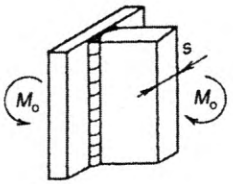
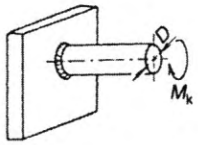
[2]) U ocelí, které se vyskytují ve více sloupcích se svařitelnost s přibývající tloušťkou materiálu zhoršuje.

ZÁKLADNÍ VÝPOČTOVÉ VZORCE PRO SVAROVÉ SPOJE

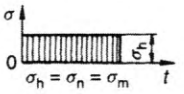
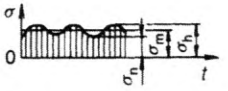
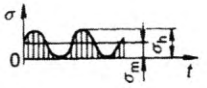
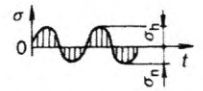
Výběr z ČSN 05 0120
Účinnost od 1. 5. 1972

Svarový spoj	Jmenovité napětí
	tah: $\sigma_{\perp} = \frac{N}{S_{sv}}$ smyk: $\tau = \frac{T}{S_{sv}}$
	ohyb: $\sigma_{\perp} = \frac{M_o}{W_{osv}} = \frac{6 \,.\, M_{o\perp}}{s^2 \,.\, l^2}$ $\sigma_{\parallel} = \frac{M_o}{W_{osv}} = \frac{6 \,.\, M_{o\parallel}}{s^2 \,.\, l^2}$ krut: $\tau = \frac{M_k}{W_{ksv}} = \frac{3M_k}{s^2 \,.\, l}$
	$N_{\perp} = N \,.\, \cos\varphi$ $N_{\parallel} = N \,.\, \sin\varphi$ tah: $\sigma_{\perp} = \frac{N \,.\, \cos^2\varphi}{S}$ ohyb: $\sigma_{\parallel} = \frac{N \,.\, \sin^2\varphi}{S}$ krut: $\tau = \frac{N \,.\, \sin^2\varphi}{2 \,.\, S}$
	smyk: $\tau_{\perp} = \frac{N}{2 \,.\, S_{sv}} = \frac{N}{2 \,.\, 0{,}7 \,.\, t \,.\, l}$

Pokračování

Svarový spoj	Jmenovité napětí
	smyk: $\tau_{\parallel} = \frac{N}{2 \,.\, S_{sv}} = \frac{N}{2 \,.\, 0{,}7 \,.\, t \,.\, l}$
	koutový svar: $\tau_{\perp} = \frac{M_o}{W_{osv}} = \frac{3 \,.\, M_o}{a \,.\, l^2}$
	tupý svar: $\sigma_{\perp} = \frac{M_o}{W_{osv}} = \frac{6 \,.\, M_o}{s \,.\, l^2}$
	koutový svar: $\tau_{\parallel} = \frac{M_k}{W_{ksv}} = \frac{M_k}{\frac{\pi \,.\, [(D + 2a)^4 - D^4]}{16(D + 2a)}}$

Charakteristické případy cyklických namáhání

Způsob zatížení	Časový průběh napětí	Součinitel nesouměrnosti cyklu $r = \frac{\sigma_n}{\sigma_h}$
stálé (statické)		$r = +1$
pulsující		$0 < r < +1$
míjivé		$r = 0$
střídavé nesouměrné		$-1 < r < +1$
střídavé souměrné		$r = -1$

DOVOLENÉ NAPĚTÍ TUPÝCH A KOUTOVÝCH SVAROVÝCH SPOJŮ

Skupina I - statické zatížení

$$\sigma_{Dav} = \alpha \cdot \sigma_D \qquad \tau_{Dav} = \alpha_\tau \cdot \sigma_D$$

kde: σ_D - dovolené napětí základního materiálu
α - převodní součinitel

Převodní součinitel α svarového spoje

Druh svaru	Druh namáhání	Převodní součinitel			
Tupé svary[1])	tlak	$\alpha_\perp$	1,0		
	tah		0,85	0,90[2])	1,0[3])
	smyk	α_τ	1,0		
Koutové svary	čelní	$\alpha_{\tau\perp}$	0,75[4])	0,90[5])	1,0[6])
	boční	$\alpha_{\tau\parallel}$	0,65[4])	0,80[5])	0,90[6])

[1]) Převodní součinitel při namáhání podél osy svarového spoje $\alpha_\parallel = 1$.
[2]) Platí pro stykové odporové svařování.
[3]) Platí pro:
a) tupé spoje svařované ručně a po vydrážkování podložené svarem ze strany kořene;
b) tupé spoje oboustranně provařené, aspoň z jedné strany svařované automatem pod tavidlem nebo v CO_2;
c) elektrostruskové svary.
Ve všech uvedených případech musí bát svary kontrolované prozářením podle ČSN 05 1305. Přitom je třeba prokázat u svarů jakost odpovídající minimálně kvalifikačnímu stupni 2.
[4]) Platí pro ruční svařování elektrickým obloukem, přičemž pevnost použité elektrody odpovídá pevnosti základního materiálu (např. elektroda E 52.33 a základní materiál 11 523). Hloubka závaru $z = 0$.
[5]) Platí:
a) pro ruční svařování elektrickým obloukem základních materiálů, jejichž minimální pevnost v tahu je o 20 % menší než minimální pevnost svarového kovu použité elektrody (např. při ocelích o pevnosti 350 až 370 MPa a elektrodách E 44.83 nebo E 44.72, nebo o pevnosti 410 MPa a elektrodách E 48.83). Hloubka závaru $z = 0$.
b) pro poloautomatické svařování pod tavidlem, poloautomatické a automatické svařování v ochranné atmosféře CO_2 a dále pro automatické svařování pod tavidlem jednovrstvých nebo vícevrstvých svarů pro $t > 12$ mm. Hloubka závaru $z = 0{,}2$.
[6]) Platí pro automatické svařování pod tavidlem jednovrstvých svarů pro $t \leq 12$ mm. Hloubka závaru $z = 0{,}4$.
[7]) Použito označení elektrod dle původní ČSN EN 759)05 5001).

Velikost součinitele bezpečnosti u svarových spojů zařazených do skupiny I se zpravidla volí $n = 1{,}5$ (není-li stanoveno jinak).

Skupina II - statické zatížení
Dovolené napětí ve svaru

$$\sigma_{AD} = \frac{\sigma_A^*}{n} \quad \text{resp.} \quad \tau_{AD} = \frac{\tau_A^*}{n}$$

pro střídavé souměrné namáhání

$$\sigma_{AD} = \frac{\sigma_C^*}{n} \quad \text{resp.} \quad \tau_{AD} = \frac{\tau_C^*}{n}$$

kde: σ_A^*, τ_A^* - mez únavy svaru nebo základního materiálu pro danéstřední napětí (určí se ze Smithových diagramů viz ČSN 05 0120
σ_C^*, τ_C^* - mez únavy svaru nebo základního materiálu při střídavém souměrném namáhání
n - součinitel bezpečnosti, volí se $n = 1{,}5$ až 3.

Podmínky pevnosti tupých a koutových svarových spojů
Skupina I - statické zatížení (α - volí se z tabulky na str. 686)

Tupé svary:

$$\sigma_\perp \leqq \alpha_\perp \frac{\sigma_{Kt}}{n} \qquad \sigma_\parallel \leqq \frac{\sigma_{Kt}}{n} \qquad \tau \leqq \alpha_\tau \frac{\sigma_{Kt}}{n}$$

$$\sigma_s = \sqrt{\left(\frac{\sigma_\perp}{\alpha_\perp}\right)^2 + \sigma_\parallel^2 \frac{\sigma_\perp \cdot \sigma_\parallel}{\alpha_\perp} + 3\left(\frac{\tau}{\alpha_\tau}\right)^2} \leqq \frac{\sigma_{Kt}}{n}$$

kde: $\sigma_\perp$ - normálné napětí kolmé na směr svaru,
$\sigma_\parallel$ - normálné napětí rovnoběžné se směrem svaru,
α_τ, $\alpha_\perp$ - převodní součinitel bezpečnosti,
α_{Kt} - mez kluzu v tahu,
n - součinitel bezpečnosti,
τ - smykové napětí,
τ_s, σ_s - převodní součinitel bezpečnosti

Koutové svary:

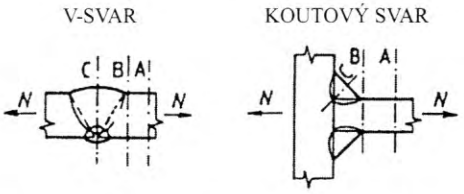
$$\tau_s = \sqrt{\left(\frac{\tau_\perp}{\alpha_{\tau\perp}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_\parallel}{\alpha_{\tau\parallel}}\right)^2} \leqq \beta \frac{\sigma_{Kt}}{n}$$

kde: $\tau_\perp$ - smykové napětí kolmé na směr svaru,
$\alpha_{\tau\perp}$, $\alpha_{\tau\parallel}$ - převodní součinitele svarového spoje,
$\tau_\parallel$ - smakové napětí rovnoběžné se směrem svaru
β - součinitel tloušťky koutového svaru,
volí se pro $t > 10$ mm je $\beta = 1{,}3 - 0{,}03t$,
pro $t \geqq 10$ mm je $\beta = 1{,}0$.

Koutové svary spojující stěnu a pás nosníku (krční svary) musí vyhovovat podmínce:

$$\sigma_s = \sqrt{\sigma_\parallel^2 + \left(\frac{\tau_\perp}{\alpha_{\tau\perp}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_\parallel}{\alpha_{\tau\parallel}}\right)^2} \leqq \beta \frac{\sigma_{Kt}}{n}$$

Skupina II - dynamické zatížení



Svarové spoje této skupiny musí vyhovovat v jednotlivých průřezech podmínkám:
Při prostém namáhání

$$\sigma_a \leqq \frac{\sigma^x_{A(1\text{ až }IX)}}{n}; \qquad \tau_a \leqq \frac{\tau^x_{A(1\text{ až }IX)}}{n}$$

Při kombinovaném namáhání v případě stejného r platí pro srovnávací amplitudu podmínka

$$\sigma_{as} \leqq \frac{\sigma^{x}_{A(I \text{ až } IX)}}{n} \quad ; \quad \tau_{as} \leqq \frac{\tau^{x}_{A(I \text{ až } IX)}}{n} \; .$$

kde σ^{x}_{AI} nebo τ^{x}_{AI} je mez únavy meteriálu (řez A) a $\sigma^{x}_{A(I \text{ až } IX)}$ nebo $\sigma^{x}_{A(I \text{ až } IX)}$ je mez únavy svarového spoje v řezu B nebo C. Jejich hodnoty se určí ze Smithových diagramů.

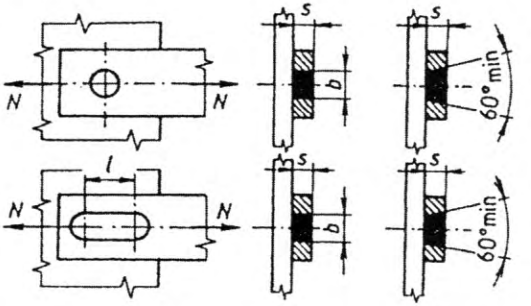
Výpočet děrových a žlábkových svarů

Děrové a žlábkové svary se používají pro přenášení malých sil, jejich únosnost není spolehlivá. Nejsou vůbec vhodné pro dynamické zatížení.

U děrových svarů s kolmými stěnami se počítá s pevností o 30 % nižší než vyjde výpočet.

K porušení svaru může dojít:

- v základové ploše svaru,
- v obvodové ploše svaru



Vzorce pro výpočet smykových napětí děrových a žlábkových svarů

Napětí	Děrový svar		Žlábkový svar	
	kolmý	s úkosem	kolmý	s úkosem
v základní ploše	$\frac{N}{0{,}5 \,.\, b^2}$ při $b < 4s$	$\frac{N}{0{,}8 \,.\, b^2}$	$\frac{N}{0{,}7 \,.\, b \,.\, l}$ při $b < 2s$	$\frac{N}{b \,.\, l}$
v obvodové ploše	$\frac{N}{2{,}2 \,.\, s \,.\, b}$ při $b \geqq 4s$	$\frac{N}{3{,}1 \,.\, s \,.\, b}$	$\frac{N}{1{,}4 \,.\, s \,.\, l}$ při $b \geqq 2s$	$\frac{N}{2 \,.\, s \,.\, l}$

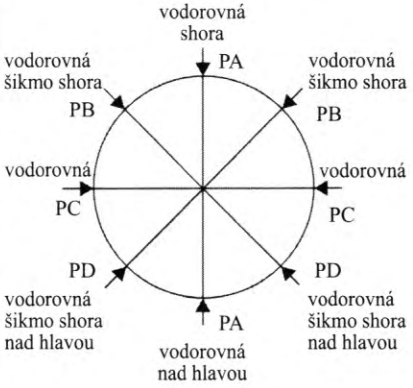
Poznámka: Pro $b < 2s$ se doporučuje schválení svaru technologem svařování.

POLOHY SVAŘOVÁNÍ

Výběr z ČSN EN ISO 6947
(05 0024)
Účinnost od 1. 12. 2011

Symboly pro polohy svařování

Symbol	Druh svaru	Označení ČSN EN ISO 6947	Název
	tupý koutový	PA PA	vodorovná shora vodorovná shora
	tupý	PC	vodorovná
	tupý koutový	PE PD	vodorovná nad hlavou vodorovná šikmo nad hlavou
	tupý koutový	PF PF	svislá nahoru svislá nahoru
	tupý koutový	PG PG	svislá dolů svislá dolů
	koutový	PB	vodorovná šikmo shora



Označování vlastností svařování

Všeobecné vlastnosti svarového kovu a svařovacích materiálů

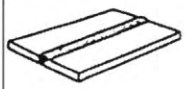
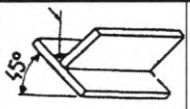
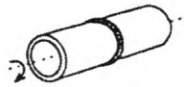
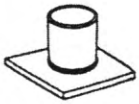
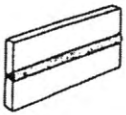
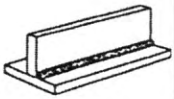
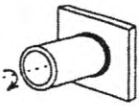
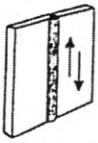
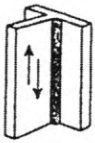
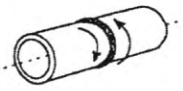
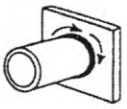
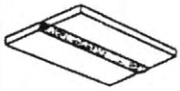
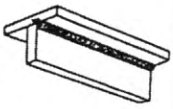
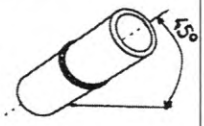
R_m	pevost v tahu (MPa)
R_{el}	dolní mez kluzu v tahu (MPa)
$R_{p0,2}$	smluvní mez kluzu v tahu (MPa)
°C/KV	nárazová práce při zkoušce rázem na tyči s „V" vrubem (při teplotě °C) (J)
HV	tvrdost dle Vickerse
HB	tvrdost dle Brinella
HRC	tvrdost dle Rockwella
FN	feritové číslo
MKK	mezikrystalová koroze

Výkonové hodnoty

Ø *d*	průměr elektrody – drátu (mm)
Ø *d* x *l*	průměr x délka elektrody (mm)
N	množství svarového kovu na 1 kg elektrod (kg)
B	počet elektrod na 1 kg svarového kovu (ks)
H	výkon napětí (kg/h)
T	doba hoření elektrody (s)
U	napětí (V)

Druh proudu, polarita

~	střídavý proud AC
= (+)	stejnosměrný proud, zapojený na + pól, DC+
= (-)	stejnosměrný proud, zapojený na - pól, DC-
= (±)	stejnosměrný proud, zapojený na + nebo - pól, DC±
~ | = (+)	buď stejnosměrný proud a zapojený na + pól nebo střídavý proud
~ | = (-)	buď stejnosměrný proud a zapojený na - pól nebo střídavý proud
~ | = (±)	není rozdíl v zapojení a ve volbě druhu proudu

Označení polohy dle	Tupý svar	Koutový svar	Svar na trubce	Svar trubka – plech
EN	 PA	 PA	 PA	 PB
EN	 PC	 PB	PC	 PB
EN	 PG – shora dolů PF – zdola nahoru	 PG – shora dolů PF – zdola nahoru	 PG – shora dolů PF – zdola nahoru	 PG – shora dolů PF – zdola nahoru
EN	 PE	 PD	 J-L 045 – shora dolů H-L 045 – zdola nahoru	PD

Tabulka 1 – Rozsahy sklonu a otočení pro polohy svařování pro zhotovení tupého svaru

Poloha svařování	Hlavní polohy svařování	Sklon *S*	Otočení *R*
Vodorovná shora	PA	±15°	±30°
Vodorovná	PC	±15°	+60° -10°
Vodorovná nad hlavou	PE	±80°	±80°
Svislá	PF, PG	+75° -10°	±100° ±180°

Tabulka 2 – Rozsahy sklonu a otočení pro polohy svařování pro zhotovení koutového svaru

Poloha svařování	Hlavní polohy svařování	Sklon *S*	Otočení *R*
Vodorovná shora	PA	±15°	±30°
Vodorovná šikmo shora	PB	±15°	+15° -10°
Vodorovná	PC	±15°	+35° -10°
Vodorovná šikmo nad hlavou	PD	±80°	+35° -10°
Vodorovná nad hlavou	PE	±80°	±35°
Svislá	PF, PG	+75° -10°	±100° ±180°

Přehled evropských norem pro svařování přídavnými materiály

111 – pro svařování ruční, obalenou elektrodou (ROS)			
EN	ČSN	Pro svařování…	Účinnost od
ČSN EN ISO 2560	05 5005	nelegovaných a jemnozrnných ocelí	1.7.2010
ČSN EN ISO 18275	05 5009	vysokopevnostních ocelí	1.2.2013
ČSN EN ISO 3580	05 5050	žáropevných ocelí	1.8.2011
ČSN EN ISO 3581	05 5100	korozivzdorných a žáruvzdorných ocelí	1.11.2012
131, 135 – pro svařování drátem v ochranné atmosféře (MIG/MAG)			
EN	ČSN	Pro svařování…	Účinnost od
ČSN EN ISO 14341	05 5311	nelegovaných a jemnozrnných ocelí	1.8.2011
ČSN EN ISO 16834	05 5315	vysokopevnostních ocelí	1.4.2013
ČSN EN ISO 21952	05 5313	žáropevných ocelí	1.4.2013
ČSN EN ISO 14343	05 5314	korozivzdorných a žáruvzdorných ocelí	1.7.2010
141 – pro svařování drátem v ochranné atmosféře netavící se elektrodou (WIG)			
EN	ČSN	Pro svařování…	Účinnost od
ČSN EN ISO 636	05 5312	nelegovaných a jemnozrnných ocelí	1.8.2016
ČSN EN ISO 16834	05 5315	vysokopevnostních ocelí	1.4.2013
ČSN EN ISO 21952	05 5313	žáropevných ocelí	1.4.2013
ČSN EN ISO 14343	05 5314	korozivzdorných a žáruvzdorných ocelí	1.7.2010
12 – pro svařování pod tavidlem (GPT)			
EN	ČSN	Pro svařování…	Účinnost od
ČSN EN ISO 14174	05 5701	Tavidla	1.11.2012
ČSN EN ISO 14171	05 5801	Dráty pro GPT nelegovaných a nízkolegovaných ocelí a kombinace drát-tavidlo	1.5.2011
ČSN EN ISO 21952	05 5313	Dráty pro GPT žáropevných ocelí	1.4.2013
ČSN EN ISO 14343	05 5314	Dráty pro GPT korozivzdorných a žáruvzdorných ocelí	1.7.2010
114, 136 – pro svařování trubičkovým drátem			
EN	ČSN	Pro svařování…	Účinnost od
ČSN EN ISO 17632	05 5501	nelegovaných a jemnozrnných ocelí	1.8.2016
ČSN EN ISO 18276	05 5505	vysokopevnostních ocelí	1.8.2007
ČSN EN ISO 17634	05 5502	žáropevných ocelí	1.3.2016
ČSN EN ISO 17633	05 5503	korozivzdorných a žáruvzdorných ocelí	1.8.2011
311 – pro svařování plamenem			
EN	ČSN	Pro svařování…	Účinnost od
ČSN EN 12536	05 5320	nelegovaných a žárupevných ocelí	1.5.2001
Přídavné materiály			
EN	ČSN	Pro svařování…	Účinnost od
ČSN EN ISO 544	05 5001	Technické dodací podmínky svařovacích materiálů	1.11.2011
ČSN EN ISO 17672	05 5650	Přídavné kovy pro tvrdé pájení	1.2.2011
ČSN EN ISO 14175	05 2510	Ochranné plyny pro svařování	1.10.2009

Přehled norem pro obalené elektrody	
ČSN EN ISO 2560 (05 5005) Obalené elektrody pro ruční obloukové svařování nelegovaných a jemnozrnných ocelí	**ČSN EN 3580** (05 5050) Obalené elektrody pro ruční obloukové svařování žáropevných ocelí
ČSN EN ISO 18275 (05 5009) Obalené elektrody pro ruční obloukové svařování vysokopevnostních ocelí	**ČSN EN ISO 3581** (05 5100) Obalené elektrody pro ruční obloukové svařování korozivzdorných a žáruvzdorných ocelí

DRUHY VÝROBKŮ A PŘÍSLUŠNÉ METODY SVAŘOVÁNÍ

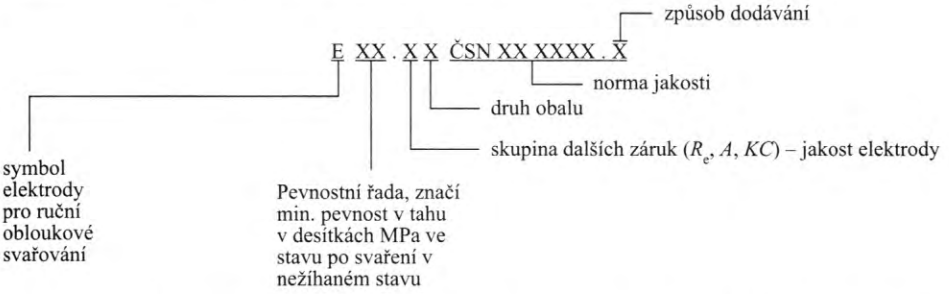
Výběr z ČSN EN ISO 544
(05 5001)
Účinnost od 1. 11. 2011

Druh výrobku	Metoda/metody svařování [a]
Plněná pásková elektroda	EG, ES, S
Obalená elektroda	E
Tyč	W, O, P
Pásková elektroda	ES, S
Přídavný drát	W, P, L, EB
Svařovací drát	EG, ES, G, S
Plněná tyč	W, O, P
Plněný drát	L, W
Plněná elektroda	EG, ES, P, S, T
Tenká fólie	L, EB

[a] Vztah mezi označením použitým v této normě a číselným označením podle EN ISO 4063:2009[1], viz níže:

- E Ruční obloukové svařování obalenou elektrodou (111);
- EB Elektronové svařování (51);
- EG Elektroplynové svařování (73);
- ES Elektrostruskové svařování (72);
- G Obloukové svařování tavící se elektrodou v ochranném plynu (131, 135);
- L Laserové svařování (52);
- O Plamenové svařování s kyslíkem (31);
- P Plazmové obloukové svařování (15);
- S Obloukové svařování pod tavidlem (12);
- T Obloukové svařování plněnou elektrodou s ochranným plynem (132, 133, 136, a 138) nebo bez ochranného plynu (114);
- W Obloukové svařování wolframovou elektrodou v inertním plynu (14).

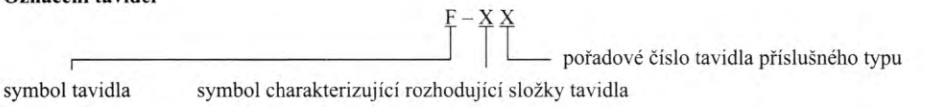
Označování elektrod pro ruční obloukové svařování a navařování



Pevnostní řada je barevně (*bíle, červeně, modře, žlutě*) vyznačena na čele upínacího konce elektrody.
Příklad: obalená elektroda pro ruční obloukové svařování o pevnosti R_m = 440 MPa, se zaručenou mezí kluzu R_e za vyšších teplot s kyselým obalem se označí:

E 44.72

Označení tavidel



Příklad: Tavidlo manganové, křemičitého typu pořadového čísla 2 se značí:

F – MS 2

Zásady výběru vhodné elektrody
Svařovací elektrody jsou roztříděny do skupin podle základního materiálu. Při výběru vhodné elektrody je základním pravidlem kvalita svarového kovu, která musí být ekvivaletní nebo vyšší než základní materiál. Poloha svařování a typ svarového spoje, tloušťka svařovaného materiálu, způsob zatížení, vnější podmínky apod. jsou další faktory, které mají vliv na výběr vhodného přídavného materiálu. Typ obalu elektrody má vliv jak na kvalitu svarového kovu (legování, rafinace, vzhled svarové housenky), tak i na operativní vlastnosti při svařování.

Rutilový obal
Rutilový obal umožňuje snadné zapálení oblouku a je zvláště vhodný pro zhotovování krátkých svarů i pro překlenovací svary. Rozstřik svarového kovu je minimální, povrch svaru hladký. Elektroda s tímto typem obalu je snadno ovladatelná v různých polohách svařování a odstraňování strusky nečiní potíže. Vzhledem k menšímu závaru se nedoporučují používat na svařování silných plechů, na tlakové nádoby, kotle apod. Naopak je vhodný na svařování tenkých plechů. Rutilový obal je relativně necitlivý na vlhkost.

Rutilové elektrody se zpravidla připojují na MINUS pól stejnosměrného zdroje-svářečky (DC-) nebo na střídavý proud (AC). Existují však typy i na DC+.

Přednosti:
- přechod materiálu v drobných kapkách
- snadná svařitelnost
- úhledný plochý svar
- možnost použití pro AC i DC (stejnosměrný i střídavý proud)

Nevýhody:
- nelze svařovat v jakékoliv poloze
- snížené mechanické vlastnosti v porovnání s elektrodami bazickými
- obtížná přemostitelnost mezer

Vysokovýtěžkový rutilový obal
Vzhledem k obsahu železného prachu v obalu obecně poskytuje vyšší svařovací rychlost se zvýšeným výkonem navaření. Například u elektrody OK 33.80 je pro průměr 6,0 mm výkon navaření až 7,5 kg/h. Elektrody s tímto typem obalu jsou zvláště vhodné pro koutové svary i na svislé stěně. Svarový kov má pevnost stejnou nebo o něco vyšší než při použití nelegovaných bazických elektrod, ale jeho tažnost a vrubová houževnatost je nižší.

Kyselý obal
Elektroda s tímto obalem snáze zapaluje oblouk než bazická elektroda, ale obtížněji než elektroda s rutilovým obalem. Povrch svarového kovu je hladký a lesklý. Struska je snadno odstranitelná. Svarový kov má nižší hodnoty meze pevnosti a kluzu v porovnání s rutilovým obalem, ale vyšší tažnost a vrubovou houževnatost.
Elektrody s tímto obalem jsou citlivější na čistotu svarových ploch a svarový kov je náchylnější na vznik trhlin za tepla.

Bazický obal
Svarový kov vyvařený bazickou elektrodou obsahuje nízký obsah difuzního vodíku, což má vliv na dobrou vrubovou houževnatost při snížených teplotách a sníženou náchylnost k trhlinám za tepla i za studena v porovnání s ostatními typy obalů. Ve stejném srovnání dává bazický obal elektrody podstatně vyšší rychlost a tím i výkon navaření především v poloze svařování zdola nahoru. Struska má poněkud horší odstranitelnost z povrchu svaru než struska z kyselého nebo rutilového obalu elektrody, ale odstranitelnost může být stejně charakterizována jako snadná. Obal je citlivý na vlhkost a je nutno respektovat doporučení k uskladnění a přesušování před použitím.
Elektrody s bazickým obalem a s nízkonavlhavou úpravou jsou v současné době nejpoužívanějším typem elektrod pro náročné aplikace, např. výrobu tlakových nádob, offshore konstrukcí, ve stavbě lodí apod.

Bazické elektrody se zpravidla připojují na PLUS pól stejnosměrného zdroje-svářečky (DC+). Existují však typy i na střídavý proud (AC).

Přednosti:
- přechod materiálu ve velkých kapkách
- svařitelnost v polohách
- velmi dobré mechanické vlastnosti
- svařují se většinou na DC+

Nevýhody:
- poněkud obtížnější svařitelnost
- vyžaduje se jejich dosoušení

Rutil-bazický obal
Tento typ obalu kombinuje dobré svařovací vlastnosti rutilových elektrod s vysokou kvalitou svarového kovu danou bazickými elektrodami. Rutilbazický obal poskytuje nejlepší operativní vlastnosti při svařování koutových svarů jak ve svislé, tak ve vodorovné poloze.

Zirkon-bazický obal
Tento obal je vhodný pro tupé a koutové svary v horizontální poloze.

Přesušování elektrod před použitím
Přesné hodnoty teplot a doby přesušení jsou uváděny samostatně u každého druhu elektrod.

Příklady možných typů obalených elektrod

Elektrody pro svařování nelegovaných ocelí

Označení	ČSN EN ISO 2560 (včetně příkladů elektrod)
E-K 103	E 35 A A
E-R 113	E 38 A RR
E-R 117	E 35 A RR
E-B 121	E 38 3 B 42
E-B 123	E 42 3 B 42
E-B 124	E 42 4 B
E-B 125	E 46 2 B
E-B 127	E 50 A B
OK 33.80	E 42 0 RR 73
OK 43.32	E 42 0 RR 12
OK 46.00	E 38 0 RC 11
OK 46.16	E 38 0 RC 11
OK 48.00	E 42 4 B 42 H5
OK 48.04	E 42 4 B 32 H5
OK 48.05	E 42 4 B 42 H5
OK 48.08	E 46 5 1Ni B 32 H5
OK 53.35	E 42 4 B 31 H5
OK 53.68	E 42 5 B 12 H5
OK 53.70	E 42 5 B 12 H5
OK 55.00	E 46 5 B 32 H5

Elektrody pro svařování antikorozních a žáruvzdorných ocelí (korozivzdorných a vysokolegovaných ocelí)

Označení	ČSN EN ISO 3581
E-B 420	(E 19 9 Nb B 2 2)
OK 61.20	E 19 9 L R 1 1
OK 61.30	E 19 9 L R 1 2
OK 61.35	E 19 9 L B 2 2
OK 61.35 Cryo	E 19 9 L B 2 2
OK 61.81	E 19 9 Nb R 3 2
OK 61.85	E 19 9 Nb B 2 2
OK 63.20	E 19 12 3 L R 1 1
OK 63.30	E 19 12 3 L R 1 2
OK 63.35	E 19 12 3 L B 2 2
OK 63.80	E 19 12 3 Nb R 3 2
OK 63.85	E 19 12 3 Nb B 4 2
OK 67.13	E 25 20 R 1 2
OK 67.15	E 25 20 B 2 2
OK 67.45	E 18 8 Mn B 4 2
OK 67.50	E 22 9 3 N L R 3 2
OK 67.53	E 22 9 3 N L R 1 2
OK 67.55	E 22 9 3 N L B 2 2
OK 67.60	E 23 12 L R 3 2
OK 67.70	E 23 12 2 L R 3 2
OK 67.75	E 23 12 L B 4 2
OK 68.15	E 13 B 4 2
OK 68.17	E 13 4 R 3 2
OK 68.81	E 29 9 R 3 2
OK 68.82	E 29 9 R 1 2

Elektrody pro svařování niklu a jeho slitin

Označení	(původní DIN 1736)	ČSN EN ISO 14172
OK 92.26	EL-NiCr15FeMn	E Ni 6182
OK 92.35	E 23-UM-250 CKT	–
OK 92.45	EL-NiCr20Mo9Nb	E Ni 6625

Elektrody pro svařování nízkolegovaných a jemnozrnných ocelí

Označení	ČSN EN ISO 2560-A	ČSN EN ISO 18275
OK 73.08	E 46 5 Z B 32	–
OK 73.68	E 46 6 2Ni B 32 H5	–
OK 74.70	E 46 4 Mn Mo B 42	–
OK 74.78	–	E 55 4 MnMo B 32 H5
OK 75.75	–	E 69 4 Mn 2NiCrMo B 42 H5
OK 78.16	–	–

Elektrody pro svařování žáropevných ocelí

Označení	ČSN EN ISO 3580
E-B 312	E Z (CrMo) B 42
E-B 321	E Z (CrMoV) B 22
OK 74.46	E Mo B 32 H5
OK 76.16	E CrMo1 B 42 H5
OK 76.18	E CrMo1 B 42 H5
OK 76.26	E CrMo2 B 32 H5
OK 76.28	E CrMo2 B 42 H5
OK 76.35	E CrMo5 B 42 H5
OK 76.98	E CrMo91 B 42 H5

Elektrody pro tvrdé návary (opravy a renovace)

Označení	(původní DIN 8555)	ČSN EN 14700
E-B 502	E 1-UM-300-G	E Fe1
E-B 503	E 3-UM-400-PT	E Z Fe2
E-B 511	E 5-UM-55-CGP	E Z Fe8
E-B 518	E 10-UM-60-CGP	E Z Fe15
E-B 519	E 10-UM-60-CGP	E Z Fe15
OK 83.28	E 1-UM-300	E Z Fe1
OK 83.50	E 6-UM-55	E Z Fe2
OK 84.42	E 5-UM-45-R	E Fe7
OK 84.58	E 6-UM-55-G	E Z Fe6
OK 84.78	E 10-UM-60-CZ	E Z Fe14
OK 84.80	E 10-65-GZ	E Fe16
OK 84.84	E 10-UM-60-GP	–
OK 85.58	E 3-UM-50-ST	E Z Fe3
OK 85.65	E 4-UM-60-S	E Fe4
OK 86.08	E 7-UM-200-K	E Fe9
OK 86.28	–	E Z Fe9

Elektrody pro svařování šedé litiny

Označení	(původní DIN 8573)	ČSN EN ISO 1071
E-S 716	E NiFe-1-BG 11	E C NiFe-Cl-A 1
E-S 723	E Ni-BG 11	E C Ni-Cl3
OK 92.18	E Ni-BG 11	E C Ni-Cl3
OK 92.58	E NiFe-1-BG 11	E C Ni Fe-Cl-A1
OK 92.60	E NiFe-1-BG 11	E C NiFe-1 3
OK 92.78	–	E C NiCu 1

Elektrody pro svařování mědi, hliníku a jejich slitin

Označení	DIN 1732	DIN 1733
OK 94.25	–	EL-CuSn7
OK 96.20	EL-AlMn1	–
OK 96.40	EL-AlSi5	–
OK 96.50	EL-AlSi12	–

OBALENÉ ELKTRODY PRO RUČNÍ OBLOUKOVÉ SVAŘOVÁNÍ

Materiál	Označení elektrod	Svařovací proud	Parametry svařování		Mechanické hodnoty čistého svarového kovu			Teplota přesušení	Použití
			Ø d x l (mm)	Proud (A)	R_{eL} (MPa)	R_m (MPa)	A_5 (%)		
Nelegované oceli	E-R 117	~|= (+)	2,0 x 300 2,5 x 350 3,2 x 350	40– 70 60–110 80–120	410	490	24	100–120°C/1 h	Nejpoužívanější rutilová elektroda pro svařování běžných konstrukčních ocelí třídy o pevnosti do 480 MPa. Je velmi vhodná pro stehování a svařování tenkých plechů do tloušťky 3 mm.
	E-B 121	= (+)	2,0 x 300 2,5 x 350 3,2 x 350 4,0 x 450 5,0 x 450	60– 80 80–100 110–140 140–170 190–230	420 (300)/425°C	500	28	100°C/1 h 300–350°C/2 h	Elektroda s univerzálním použitím pro svařování značně namáhaných součástí potrubí energetických zařízení, dopravních prostředků, tlakových nádob, lodních i stavebních konstrukcí z oceli pevnosti cca 480 MPa. Vhodná pro všechny polohy svařování kromě svislé shora dolů.
	E-B 123	= (+)	2,0 x 300 2,5 x 350 3,2 x 350 4,0 x 450	60– 80 80–100 110–140 140–170	450 (300)/425°C	530	28	100°C/1 h 300–350°C/2 h	Elektroda pro svařování namáhaných konstrukcí, tlakových nádob, potrubí a kotlů z oceli do pevnosti cca 500 MPa. Je vhodná i ke svařování betonářských ocelí. Velmi rozšířšný typ pro stavbu lodí a dopravních prostředků.
	OK 46.00	~|= (+)	2,0 x 300 2,5 x 350 3,2 x 350 4,0 x 450	50– 70 60–110 80–120 100–200	400	510	28	100–120°C/1 h	Univerzální rutinová elektroda, snadno ovladatelná ve všech polohách s dobrou odstranitelností strusky. Především pro svařování tenkých plechů z konstrukčních nelegovaných ocelí. Je vhodná i pro stehovací a překlenovací svary. Použitelná i pro svařování pozinkovaných plechů.

Pokračování

Materiál	Označení elektrod	Svařovací proud	Parametry svařování		Mechanické hodnoty čistého svarového kovu			Teplota přesušení	Použití
			Ø d x l (mm)	Proud (A)	R_{eL} (MPa)	R_m (MPa)	A_5 (%)		
	OK 48.00	= (+)	2,0 x 300 2,5 x 350 3,2 x 350 4,0 x 450 5,0 x 450	50– 80 80–110 90–140 125–210 200–260	445	540	24	350°C/2 h	Nejrozšířenější OK bazická elektroda pro svařování nelegovaných a nízkolegovaných ocelí. Použitelná pro všechny polohy svařování s výjimkou polohy shora dolů. Obal se sníženou navlhavostí poskytuje houževnatý svarový kov odolný proti praskavosti s nízkým obsahem vodíku.
Nízkolegované oceli	OK 74.78	~ = (+)	3,2 x 350 4,0 x 450 5,0 x 450	105–140 140–190 190–260	600	650	28	300–350°C/2 h	Nízkovodíková elektroda pro svařování vysoce pevných ocelí, pro nízkoteplotní aplikace. Vhodná pro tupé sváry kolejnic s pevností 800-900 MPa.
	OK 75.75	~ = (+)	3,2 x 350 4,0 x 450 5,0 x 450	100–150 135–200 180–260	755	820	28	100°C/1 h 300–350°C/2 h	Nízkovodíková elektroda pro svařování vysoce pevných, nízkolegovaných konstrukčních ocelí s vysokým poměrem R_e/R_m.
Žáropevné oceli	E-B 321	= (+)	2,5 x 350 3,2 x 350 4,0 x 450	85–110 110–140 150–180	550 (300)/550°C	630	28	100°C/1 h 250–350°C/2 h	Elektroda pro svařování části energetických zařízení především ze žáropevných ocelí typu CrMo V, např. typu 15 128, 15 229. mechanické vlastnosti jsou zaručovány po doporučovaném tepelném zpracování.

Obalené elektrody pro ruční obloukové svařování – *pokračování*

Materiál	Označení elektrod	Svařovací proud	Parametry svařování		Mechanické hodnoty čistého svarového kovu			Teplota přesušení	Použití
			Ø d x l (mm)	Proud (A)	R_{eL} (MPa)	R_m (MPa)	A_5 (%)		
Anti-korozní a žáru-vzdorné oceli (korozi-vzdorné a vysoko-legované oceli)	E-B420	= (+)	2,5 x 300 3,2 x 350	40– 70 70–110	450 330/550°C	630	33	100°C/1 h 240–250°C/2 h	Elektroda pro svařování zařízení ze stabilizovaných ocelí podobného chemického složení do teploty 400°C. Velmi rozšířený druh elektrody, používaný i pro nestabilizované druhy korozivzdorných ocelí.
	OK 61.81	~ = (+)	2,5 x 300 3,2 x 350 4,0 x 350	50– 80 75–115 10–160	560	700	31	350°C/2 h	Velmi rozšířená rutilová elektroda pro svařování Ti a Nb stabilizovaných ocelí typu 19/9. Vzhledem ke stabilizaci svarového kovu lze použít i pro aplikace za vyšších teplot cca 400°C. Interpass max. 150°C.
	OK 63.30	~ = (+)	2,0 x 300 2,5 x 350 3,2 x 350 4,0 x 450	45– 60 60– 90 80–125 20–170	460	570	40	350°C/2 h	Nejpoužívanější typ nízkonavlhhavé elektrody s rutil-kyselým obalem pro svařování korozivzdorných ocelí austenitických i neaustenitických typu 18Cr12Ni2,8Mo. Do průměru 3,2 mm je použitelná ve všech polohách svařování. Interpass max. 150°C.

Pokračování

Materiál	Označení elektrod	Svařovací proud	Parametry svařování		Mechanické hodnoty čistého svarového kovu			Teplota přesušení	Použití
			Ø *d* x *l* (mm)	Proud (A)	R_{eL} (MPa)	R_m (MPa)	A_5 (%)		
Tvrdé návary (opravy a renovace)	E-B 502	= (+)	4,0 x 450 5,0 x 450	140–160 180–200	Tvrdost návaru: 3. vrstva 35 HRC			100°C/2 h 250–350°C/2 h	Elektroda pro navařování funkčních ploch je součástí z nelegovaných a nízkolegovaných ocelí, u nichž je požadavek zvýšené odolnosti proti opotřebení např. pro navařování kolejnic, srdcovek výhybek apod. Je vhodná rovněž pro návary hran jednoduchých nástrojů k opracování dřeva atd. Návar se tepelně nezpracovává. Interpass je menší než 100°C.
	E-B511	= (+)	2,5 x 350 3,2 x 450 4,0 x 450 5,0 x 450	60– 80 90–110 140–160	Tvrdost – 3. vrstva – 50 HRC po TZ			100°C/2 h 250–350°C/2 h	Elektroda pro navařování funkčních ploch odolávajících opotřebení při současném namáhání rázy i tahem do teploty 400°C (lisovací nástroje, zápustky, ozubená kola, ostří). Návary lze použít i na sedla a kužele uzavíracích a regulačních ventilů. Tepelné zpracování: žíhání na měkko 820°C/1 h/ pec (HRC-30), kalení 1000°C/olej, popuštění na 450°C.
Litina	E-S716	= (+)	2,5 x 300 3,2 x 350 4,0 x 350	55– 75 75–100 85–160	–	400	5	200°C/3 h	Elektroda pro svařování a opravy dílů ze šedé a tvárné litiny za studena, např. bloků motorů, čerpadel, odlitků stroj. zařízení apod.

Obalené elektrody pro ruční obloukové svařování – *pokračování*

Materiál	Označení elektrod	Svařovací proud	Parametry svařování		Mechanické hodnoty čistého svarového kovu			Teplota přesušení	Použití
			Ø d x l (mm)	Proud (A)	R_{eL} (MPa)	R_m (MPa)	A_5 (%)		
Bronz, měď	OK 94.25	= (+)	2,5 x 350 3,2 x 350 4,0 x 350	60– 90 90–125 125–170	360	235	25	300°C/2 h	Elekroda pro svařování mědi a bronzů, hlavně cínových. Je vhodná i pro malé opravy navařováním na oceli nebo svařitelné druhy litin, např. části odlitků čerpadel ventilů, skříní a opěrných ploch. Nahrazuje původní typ E-S 602. Předehřev a iterpass teplota – 300°C.

Dráty pro svařování plamenem

	Označení materiálu	EN	Označení materiálu	EN (DIN)
Nelegované oceli	G 102	O I	OK GASROD 98.75	(G III)
	G 104	O III		

Materiály pro tvrdé pájení

Obalené pájky				Tavidla
BO 694	BO 672	BO680	BO696	BF601

Plné označení řady OK svařovacích materiálů je následující:

Drátů pro svařování v ochranných atmosférách (MIG/MAG) a pod tavidlem OK AUTROD, metrových drátů pro metodu WIG (TIG) OK TIGROD, pro plamen OK GASROD, tavidel OK FLUX, trubiček pro spojovací svary OK TUBROD, navařovacích trubiček OK TUBRODUR a pásek pro navařování OK BAND.
Tmavě zvýrazněné typy svařovacích materiálů případně rozměrů či druhů balení jsou nejvíce rozšířené a přednostně používané.

OBALENÉ ELEKTRODY PRO RUČNÍ OBLOUKOVÉ SVAŘOVÁNÍ NELEGOVANÝCH A JEMNOZRNNÝCH OCELÍ

Výběr z ČSN EN ISO 2560 (05 5005)
Účinnost od 1. 7. 2010

Povinná část | Doplňková část

ISO 2560-A-E 46 3 1Ni B 5 4 H5

E – elektroda pro ruční obloukové svařování

Označení pro mez kluzu, pevnost a tažnost čistého svarového kovu

Označení	Min. mez kluzu[1]) MPa	Pevnost v tahu MPa	Min. Tažnost[2]) %
35	355	440 až 570	22
38	380	470 až 600	20
42	420	500 až 640	20
46	460	530 až 680	20
50	500	560 až 720	18

[1]) Platí dolní mez kluzu (R_{eL}). Při nevýrazné mezi kluzu se musí použít smluvní mez kluzu 0,2% ($R_{p\,0,2}$).
[2]) Měřená délka je pětinásobek průměru zkušební tyče.

Označení nárazové práce svarového kovu

Označení	Teplota pro nárazovou práci min. 47 J °C
Z	nepožaduje se
A	+20
0	0
2	-20
3	-30
4	-40
5	-50
6	-60

Označení chemického složení svarového kovu

Označení	Chemické složení v hmotn. %[1])		
	Mn	Mo	Ni
bez označení	2	–	–
Mo	1,4	0,3 až 0,6	–
MnMo	>0,4 až 2,0	0,3 až 0,6	–
1Ni	1,4	–	0,6 až 1,2
2Ni	1,4	–	1,8 až 2,6
3Ni	1,4	–	>2,6 až 3,8
Mn1Ni	>0,4 až 2,0	–	0,6 až 1,2
1NiMo	1,4	0,3 až 0,6	0,6 až 1,2
Z	Jiné dohodnuté chemické složení.		

[1]) Mo < 0,2; Ni < 0,3; Cr < 0,2; V < 0,05; Nb < 0,05; Cu < 0,3; pokud není stanoveno jinak.

Označení pro polohu svařování

Označení	Polohy
1	PA, PB, PC, PD, PE, PF, PG
2	PA, PB, PC, PD, PE, PF
3	PA, PB
4	PA
5	PA, PB, PG

Označení	Max. obsah vodíku ml/100 g čistého svarového kovu
H5	5
H10	10
H15	15

Označení výtěžnosti a druhu proudu

Označení	Výtěžnost %	Druh proudu
1	≦105	střídavý a stejnosměrný
2	≦105	stejnosměrný
3	>105≦125	střídavý a stejnosměrný
4	>105≦125	stejnosměrný
5	>125≦160	střídavý a stejnosměrný
6	>125≦160	stejnosměrný
7	>160	střídavý a stejnosměrný
8	>160	stejnosměrný proud

Označení druhu obalu

Označení	Druh obalu
C	celulózový
R	rutilový
RR	rutilový tlustý
RC	rutil-celulózový
RA	rutil-kyselý
RB	rutil-bazický
B	bazický

OBALENÉ ELEKTRODY PRO RUČNÍ OBLOUKOVÉ SVAŘOVÁNÍ VYSOKOPEVNOSTNÍCH OCELÍ

Výběr z ČSN EN ISO 18275 (05 5009)
Účinnost od 1. 2. 2013

Povinná část | Doplňková část

ISO 18275-A-E 62 7 Mn1Ni B T 3 4 H5

E – elektroda pro ruční obloukové svařování

Označení pevnostních vlastností a tažnosti svarového kovu

Označení	Min. mez kluzu[1]) MPa	Pevnost v tahu MPa	Min. Tažnost[2]) %
55	550	610 až 780	18
62	620	690 až 890	18
69	690	760 až 960	17
79	790	880 až 1080	16
89	890	980 až 1180	15

[1]) Platí dolní mez kluzu (R_{eL}). Při nevýrazné mezi kluzu se musí použít smluvní mez kluzu 0,2% ($R_{p0,2}$).

[2]) Měřená délka je pětinásobek průměru zkušební tyče.

Označení nárazové práce svarového kovu

Označení	Teplota pro nárazovou práci min. 47 J °C
Z	nepožaduje se
A	+20
0	0
2	-20
3	-30
4	-40
5	-50
6	-60
7	-70
8	-80

Označení chemického složení svarového kovu

Označení	Chemické složení v hmotn. %[1])			
	Mn	Ni	Cr	Mo
MnMo	1,4 až 2,0			0,3 až 0,6
Mn1Ni	1,4 až 2,0	0,6 až 1,2		–
1NiMo	1,4	0,6 až 1,2		0,3 až 0,6
1,5NiMo	1,4	1,2 až 1,8		0,3 až 0,6
2NiMo	1,4	1,8 až 2,6		0,3 až 0,6
Mn1NiMo	1,4 až 2,0	0,6 až 1,2		0,3 až 0,6
Mn2NiMo	1,4 až 2,0	1,8 až 2,6		0,3 až 0,6
Mn2NiCrMo	1,4 až 2,0	1,8 až 2,6	0,3 až ,6	0,3 až 0,6
Mn2NiCrMo	1,4 až 2,0	1,8 až 2,6	0,6 až 1,0	0,3 až 0,6
Z	Jiné dohodnuté chemické složení.			

T – znamená, že pevnost, tažnost a hodnoty nárazové práce jsou zaručovány po žíhání ke snížení vnitř. pnutí při 560-600 °C/1 h a chlazení v peci pod 300 °C (jen pro povinné značení)

B – označení druhu obalu elektrody (tento typ má pouze bazický obal)

Označení výtěžnosti elektrod (EN 22401) a druhu proudu

Označení	Výtěžnost %	Druh proudu
1	≦105	střídavý a stejnosměrný
2	≦105	stejnosměrný
3	>105≦125	střídavý a stejnosměrný
4	>105≦125	stejnosměrný
5	>125≦160	střídavý a stejnosměrný
6	>125≦160	stejnosměrný
7	>160	střídavý a stejnosměrný
8	>160	stejnosměrný proud

Označení pro polohu svařování

Označení	Polohy svařování podle ISO 6947
1	PA, PB, PC, PD, PE, PF, PG
2	PA, PB, PC, PD, PE, PF
3	PA, PB
4	PA
5	PA, PB, PG

Značka pro obsah difuzního vodíku v navařeném kovu

Značka	Maximální obsah difuzního vodíku v ml/100 g v navařeném kovu
H5	5
H10	10
H15	15

[1]) C < 0,03 až 0,10 %; Ni < 0,3 %; Cr < 0,2 %; Mo < 0,2 %; V < 0,05 %; Nb < 0,05 %; Cu < 0,3 %; P < 0,025 %; S < 0,020 %, pokud není stanoveno jinak.

OBALENÉ ELEKTRODY PRO RUČNÍ OBLOUKOVÉ SVAŘOVÁNÍ ŽÁROPEVNÝCH OCELÍ

Výběr z ČSN EN ISO 3580 (05 5050)
Účinnost od 1. 8. 2011

Povinná část | Doplňková část

ISO 3580-A-E CrMo1 B 4 4 H5

E – elektroda pro ruční obloukové svařování

Označování druhu obalu elektrody

Označení	Druh obalu
R	rutilový
B	bazický

Označení pro polohu svařování

Označení	Polohy svařování podle ISO 6947
1	PA, PB, PC, PD, PE, PF, PG
2	PA, PB, PC, PD, PE, PF
3	PA, PB
4	PA, PB, PG

Označení výtěžnosti elektrod (EN 22401) a druhu proudu

Označení	Výtěžnost %	Druh proudu
1	≦105	střídavý a stejnosměrný
2	≦105	stejnosměrný
3	>105≦125	střídavý a stejnosměrný
4	>105≦125	stejnosměrný

Značka pro obsah difuzního vodíku v navařeném kovu

Značka	Maximální obsah difuzního vodíku v ml/100 g v navařeném kovu
H5	5
H10	10
H15	15

Označení chemického složení svarového kovu

Značení	Chemické složení v hmotn. %[1])								
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Ostatní prvky
Mo	0,10	0,80	0,40 až 1,50[4])	0,030	0,025	–	0,40 až 0,70	–	–
MoV	0,03 až 0,12	0,80	0,40 až 1,50	0,030	0,025	0,30 až 0,60	0,80 až 1,20	0,25 až 0,60	–
CrMo0,5	0,05 až 0,12	0,80	0,40 až 1,50	0,030	0,025	0,40 až 0,65	0,40 až 0,65	–	–
CrMo1	0,05 až 0,12	0,80	0,40 až 1,50[4])	0,030	0,025	0,90 až 1,40	0,45 až 0,70	–	–
CrMo1L	0,05	0,80	0,40 až 1,50[4])	0,030	0,025	0,90 až 1,40	0,45 až 0,70	–	–
CrMoV1	0,05 až 0,15	0,80	0,70 až 1,50	0,030	0,025	0,90 až 1,30	0,90 až 1,30	0,10 až 0,35	–
CrMo2	0,05 až 0,12	0,80	0,40 až 1,30	0,030	0,025	2,00 až 2,60	0,90 až 1,30	–	–
CrMo2L	0,05	0,80	0,40 až 1,30	0,030	0,025	2,00 až 2,60	0,90 až 1,30	–	–
CrMo5	0,03 až 0,12	0,80	0,40 až 1,50	0,025	0,025	4,00 až 6,00	0,40 až 0,70	–	–
CrMo9	0,03 až 0,12	0,80	0,40 až 1,30	0,025	0,025	8,00 až 10,00	0,90 až 1,20	0,15	Ni 1,0
CrMo91	0,06 až 0,12	0,60	0,40 až 1,50	0,025	0,025	8,00 až 10,50	0,80 až 1,20	0,15 až 0,30	Ni 0,40–1,00 Nb 0,03–0,10 N 0,02–0,07
CrMoVW12	0,15 až 0,22	0,80	0,40 až 1,30	0,025	0,025	10,00 až 12,00	0,80 až 1,20	0,20 až 0,40	Ni 0,80 W 0,40–0,60
Z	Jiné dohodnuté chemické složení.								

[1]) Ni < 0,3 %; Cu < 0,3 %; V < 0,03 %; Nb < 0,01 %; Cr < 0,2 %, pokud není stanoveno jinak

OBALENÉ ELEKTRODY PRO RUČNÍ OBLOUKOVÉ SVAŘOVÁNÍ KOROZIVZDORNÝCH A ŽÁRUVZDORNÝCH OCELÍ

Výběr z ČSN EN ISO 3581 (05 5100)
Účinnost od 1. 11. 2012

Povinná část | Doplňková část

ISO 3581-A-E 19 12 2 R 3 4

E – elektroda pro ruční obloukové svařování

Označování druhu obalu elektrody

Označení	Druh obalu
R	rutilový
B	bazický

Označení pro polohu svařování

Označení	Polohy svařování podle ISO 6947
1	PA, PB, PD, PF, PG
2	PA, PB, PD, PF
3	PA, PB
4	PA
5	PA, PB, PG

Označení výtěžnosti elektrod (EN 22401) a druhu proudu

Označení	Výtěžnost %	Druh proudu
1	≦105	střídavý a stejnosměrný
2	≦105	stejnosměrný
3	>105≦125	střídavý a stejnosměrný
4	>105≦125	stejnosměrný
5	>125≦160	střídavý a stejnosměrný
6	>125≦160	stejnosměrný
7	>160	střídavý a stejnosměrný
8	>160	stejnosměrný

Označení chemického složení svarového kovu

Klasifikace podle jmenovitého složení[b,c,d] (ISO 3581-A)	Chemické složení[a] % (hmotnostní)										
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Nb + Ta	N
–	0,12	1,00	1,00	0,040	0,030	11,0 až 14,0	0,60	0,75	0,75	0,50 až 1,50	–
13	0,12	1,0	1,5	0,030	0,025	11,0 až 14,0	0,60	0,75	0,75	–	–
134	0,06	1,0	1,5	0,030	0,025	11,0 až 14,5	3,0 až 5,0	0,4 až 1,0	0,75	–	–
17	0,12	1,0	1,5	0,030	0,025	16,0 až 18,0	0,60	0,75	0,75	–	–
19 9	0,08	1,2	2,0	0,030	0,025	18,0 až 21,0	9,0 až 11,0	0,75	0,75	–	–
19 9H	0,4 až 0,8	1,2	2,0	0,03	0,025	18,0 až 21,0	9,0 až 11,0	0,75	0,75	–	–
19 9L	0,04	1,2	2,0	0,030	0,025,	18,0 až 21,0	9,0 až 11,0	0,75	0,75	–	–
19 9 Nb	0,08	1,2	2,0	0,030	0,025	18,0 až 21,0	9,0 až 11,0	0,75	0,75	8 · C až 1,1	–
19 12 2	0,08	1,2	2,0	0,030	0,025	17,0 až 20,0	10,0 až 13,0	2,0 až 3,0	0,75	–	–
19 12 3L	0,04	1,2	2,0	0,030	0,025	17,0 až 20,0	10,0 až 13,0	2,5 až 3,0	0,75	–	–

Klasifikace podle jmenovitého složení[b,c,d] (ISO 3581-A)	Chemické složení[a] % (hmotnostní)										
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Nb + Ta	N
19 12 3 Nb	0,08	1,2	2,0	0,030	0,025	17,0 až 20,0	10,0 až 13,0	2,5 až 3,0	0,75	8 · C až 1,1	–
19 13 4 N L	0,04	1,2	1,0 až 5,0	0,030	0,025	17,0 až 20,0	12,0 až 15,0	3,0 až 4,5	0,75	–	0,20
22 9 3 N L	0,04	1,2	2,5	0,030	0,025	21,0 až 24,0	7,5 až 10,5	2,5 až 4,0	0,75	–	0,08 až 0,20
23 7 N L	0,04	1,0	0,4 až 1,5	0,030	0,020	22,5 až 25,5	6,5 až 10,0	0,8	0,5	–	0,10 až 0,20
25 7 2 N L[d]	0,04	1,2	2,0	0,035	0,025	24,0 až 28,0	6,0 až 8,0	1,0 až 3,0	0,75	–	0,20
25 9 4 N L[d, h]	0,04	1,2	2,5	0,030	0,025	24,0 až 27,0	8,0 až 11,0	2,5 až 4,5	1,5	–	0,20 až 0,30
18 15 3 L	0,04	1,2	1,0 až 4,0	0,030	0,025	16,5 až 19,5	14,0 až 17,0	2,5 až 3,5	0,75	–	–
18 16 5 N L[d]	0,04	1,2	1,0 až 4,0	0,035	0,025	17,0 až 20,0	15,5 až 19,0	3,5 až 5,0	0,75	–	0,20
20 25 5 Cu N L	0,04	1,2	1,0 až 4,0	0,030	0,025	19,0 až 22,0	24,0 až 27,0	4,0 až 7,0	1,0 až 2,0	–	0,25
20 16 3 Mn N L[d]	0,04	1,2	5,0 až 8,0	0,035	0,025	18,0 až 21,0	15,0 až 18,0	2,5 až 3,5	0,75	–	0,20
21 10 N[i]	0,6 až 0,9	1,0 až 2,0	0,3 až 1,0	0,02	0,01	20,5 až 22,5	9,5 až 11,0	0,5	0,3	–	0,10 až 0,20
25 22 2 N L	0,04	1,2	1,0 až 5,0	0,030	0,025	24,0 až 27,0	20,0 až 23,0	2,0 až 3,0	0,75	–	0,20
27 31 4 Cu L	0,04	1,2	2,5	0,030	0,025	26,0 až 29,0	30,0 až 33,0	3,0 až 4,5	0,6 až 1,5	–	–
18 8 Mn[d]	0,20	1,2	4,5 až 7,5	0,035	0,025	17,0 až 20,0	7,0 až 10,0	0,75	0,75	–	–
18 9 Mn Mo[d]	0,4 až 0,14	1,2	3,0 až 5,0	0,035	0,025	18,0 až 21,5	9,0 až 11,0	0,5 až 1,5	0,75	–	–
20 10 3	0,10	1,2	2,5	0,030	0,025	18,0 až 21,0	9,0 až 12,0	1,5 až 3,5	0,75	–	–
23 12 L	0 04	1 2	2 5	0 030	0,025	22,0 až 25,0	11,0 až 14,0	0,75	0,75	–	–
23 12 Nb	0 10	1 2	2 5	0,030	0,025	22,0 až 25,0	11,0 až 14,0	0,75	0,75	8 · C až 1,1	–
23 12 2 L	0,04	1,2	2,5	0,030	0,025	22,0 až 25,0	11,0 až 14,0	2,0 až 3,0	0,75	–	–
29 9[d]	0,15	1,2	2,5	0,035	0,025	27,0 až 31,0	8,0 až 12,0	0,75	0,75	–	–
16 8 2	0,08	0,60	2,5	0,030	0,025	14,5 až 16,5	7,5 až 9,5	1,5 až 2,5	0,75	–	–
25 4	0,15	1,2	2,5	0,030	0,025	24,0 až 27,0	4,0 až 6,0	0,75	0,75	–	–

Klasifikace podle jmenovitého složení[b,c,d] (ISO 3581-A)	Chemické složení[a] % (hmotnostní)										
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Nb + Ta	N
22 12	0,15	1,2	2,5	0,030	0,025	20,0 až 23,0	10,0 až 13,0	0,75	0,75	–	–
25 20	0,6 až 0,20	1,2	1,0 až 5,0	0,030	0,025	23,0 až 27,0	18,0 až 22,0	0,75	0,75	–	–
25 20 H	0,35 až 0,45	1,2	2,5	0,030	0,025	23,0 až 27,0	18,0 až 22,0	0,75	0,75	–	–
18 36	0,25	1,2	2,5	0,030	0,025	14,0 až 18,0	33,0 až 37,0	0,75	0,75	–	–

[a] Jednotlivé hodnoty jsou maximální.

[b] Materiály, pro které není chemické složení uvedeno, musí být označeny podobně písmenem Z. Rozsah chemického složení není stanoven a je možné, že dvě elektrody stejně klasifikované písmenem Z nejsou vzájemně zaměnitelné.

[c] Součet P a S nemůže přesahovat 0,050 % (hmotnostních), s výjimkou 25 7 2 N L; 18 16 5 N L; 20 16 3 Mn N L; 18 8 Mn; 18 9 Mn Mo a 29 9.

[d] Označení v závorce [například (308L) nebo (19 9 L)] udává blízký protějšek v dalším systému označení, ale nikoliv přesně. Správné označení pro daný rozsah složení je bez závorek. Danému výrobku s omezenějším chemickým složením, které splňuje požadavky obou souborů označení, mohou být přiřazena nezávisle obě označení.

[e] Pro prvky, u kterých jsou v této tabulce uvedeny specifické hodnoty, se musí provést rozbor. Je-li však při obvyklém rozboru zjištěna přítomnost dalších prvků, musí být proveden další rozbor, aby se určilo, že úhrn těchto dalších prvků, s výjimkou železa, nepřesahuje 0,50 % (hmotnostních).

[f] Vanadu musí být od 0,10 % (hmotnostních).do 0,30 % (hmotnostních).; titanu maximálně 0,15 % (hmotnostních).; wolframu od 1,25 % (hmotnostních).do 1,75 % (hmotnostních).

[g] Wolframu musí být maximálně 1,0 % (hmotnostních).

[h] Vanadu musí být od 0,10 % (hmotnostních).do 0,30 % (hmotnostních).

[i] Ce = 0,05 % (hmotnostních).

DRÁTOVÉ ELEKTRODY PRO OBLOUKOVÉ SVAŘOVÁNÍ NELEGOVANÝCH A JEMNOZRNNÝCH OCELÍ V OCHRANNÉM PLYNU A JEJICH SVAROVÉ KOVY

Výběr z ČSN EN ISO 14341 (05 5311)
Účinnost od 1. 8. 2011

značení svarového kovu

ISO 14341 - A - G 46 5 M21 3Si1 — značení drátu

G – drátová elektroda nebo svarový kov pro obloukové svařování tavicí elektrodou v ochranném plynu

Označení pevnostních vlastností a tažností svarového kovu

Označení	Min. mez kluzu[1]) MPa	Pevnost v tahu MPa	Min. Tažnost[2]) %
35	355	440 až 570	22
38	380	470 až 600	20
42	420	500 až 640	20
46	460	530 až 680	20
50	500	500 až 720	18

[1]) Platí dolní mez kluzu (R_{eL}). Při nevýrazné mezi kluzu se musí použít smluvní mez kluzu 0,2% ($R_{p\,0,2}$).

[2]) Měřená délka je pětinásobek průměru zkušební tyče.

Označení ochranného plynu

Označení pro ochranný plyn musí odpovídat ISO 14175 (M21 – směsný plyn bez obsahu helia).

Označení nárazové práce svarového kovu

Označení	Teplota pro nejmenší průměrnou nárazovou práci min. 47 J nebo 27 J
Z	nepožaduje se
A nebo Y	+20
0	0
2	-20
3	-30
4	-40
5	-50
6	-60
7	-70
8	-80
9	-90
10	-100

Chemické složení drátové elektrody

Označení	Chemické složení (hmotnostní %)[a]											
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Cu	Al	Ti + Zr
2Si	0,06 až 0,14	0,50 až 0,80	0,90 až 1,30	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15	0,03	0,35	0,02	0,15
3Si1	0,06 až 0,14	0,70 až 1,00	1,30 až 1,60	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15	0,03	0,35	0,02	0,15
3Si2	0,06 až 0,14	1,00 až 1,30	1,30 až 1,60	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15	0,03	0,35	0,02	0,15
4Si1	0,06 až 0,14	0,80 až 1,20	1,60 až 1,90	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15	0,03	0,35	0,02	0,15
2Ti	0,04 až 0,14	0,40 až 0,80	0,90 až 1,40	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15	0,03	0,35	0,05 až 0,20	0,05 až 0,25
2Al	0,08 až 0,14	0,30 až 0,50	0,90 až 1,30	0,025	0,025	0,15	0,15	0,15	0,03	0,35	0,35 až 0,75	0,15
3Ni1	0,06 až 0,14	0,50 až 0,90	1,00 až 1,60	0,020	0,020	0,80 až 1,50	0,15	0,15	0,03	0,35	0,02	0,15
2Ni2	0,06 až 0,14	0,40 až 0,80	0,80 až 1,40	0,020	0,020	2,10 až 2,70	0,15	0,15	0,03	0,35	0,02	0,15
2Mo	0,08 až 0,12	0,30 až 0,70	0,90 až 1,30	0,020	0,020	0,15	0,15	0,40 až 0,60	0,03	0,35	0,02	0,15
4Mo	0,06 až 0,14	0,50 až 0,80	1,70 až 2,10	0,025	0,025	0,15	0,15	0,40 až 0,60	0,03	0,35	0,02	0,15
S4	0,06 až 0,15	0,65 až 0,85	1,00 až 1,50	0,025	0,035	–	–	–	–	0,50	–	–
S15	0,02 až 0,15	0,40 až 1,00	1,00 až 1,60	0,030	0,030	–	–	–	–	0,50	–	0,02 až 0,15
S3M1T	0,12	0,40 až 1,00	1,40 až 2,10	0,025	0,025	–	–	0,10 až 0,45	–	0,50	–	Ti: 0,02 až 0,30
SN71	0,12	0,40 až 0,80	1,25	0,025	0,025	3,00 až 3,75	–	–	–	0,35	–	–
SNCCT2	0,12	0,50 až 0,90	1,10 až 1,70	0,030	0,030	0,40 až 0,80	0,50 až 0,80	–	–	0,20 až 0,60	–	Ti: 0,02 až 0,30
SN2M4T	0,12	0,50 až 1,00	1,70 až 2,30	0,025	0,025	0,80 až 1,30	–	0,55 až 0,85	–	0,50	–	Ti: 0,02 až 0,30
Z[b]	Jakékoliv jiné dohodnuté složení											

[a] Hodnoty udané jedním číslem jsou hodnoty maximální.

[b] Materiály, pro které není chemické složení uvedeno, musí být také označeny předponou Z. Rozsah chemického složení není stanoven a je možné, že dvě elektrody stejně klasifikované písmenem Z nejsou vzájemně zaměnitelné.

DRÁTOVÉ ELEKTRODY, DRÁTY A TYČE PRO OBLOUKOVÉ SVAŘOVÁNÍ VYSOKOPEVNOSTNÍCH OCELÍ TAVÍCÍ SE ELEKTRODOU V OCHRANNÉM PLYNU A JEJICH SVAROVÉ KOVY

Výběr z ČSN EN ISO 16834 (05 5315)
Účinnost od 1. 4. 2013

značení svarového kovu

ISO 16834 - A - W 55 6 M Mn4Ni1Mo T značení drátu

Označení typu drátu

Označení	Typ drátu
G	drátová elektroda nebo tyč používané metodou obloukového svařování tavící se elektrodou v ochranném plynu
W	obloukové svařování netavící se elektrodou v ochranném plynu

Označení ochranného plynu

Označení pro ochranný plyn musí odpovídat ISO 14175 (M21 – směsný plyn bez obsahu helia).

Označení pevnostních vlastností a tažnosti svarového kovu

Označení	Min. mez kluzu[1]) MPa	Pevnost v tahu MPa	Min. Tažnost[2]) %
55	550	640 až 820	18
62	620	700 až 890	18
69	690	770 až 940	17
79	790	880 až 1080	16
89	890	940 až 1180	15

[1]) Platí dolní mez kluzu (R_{eL}). Při nevýrazné mezi kluzu se musí použít smluvní mez kluzu 0,2% ($R_{p\,0,2}$).

[2]) Měřená délka je pětinásobek průměru zkušební tyče.

Označení nárazové práce svarového kovu

Označení	Teplota pro nárazovou práci min. 47 J °C
Z	nepožaduje se
A	+20
0	0
2	-20
3	-30
4	-40
5	-50
6	-60

Označení chemického složení drátu

(Značka ISO 16834-A)	Chemické složení, % (hmotnostní)[a, b]										
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	V	Celkově jiné prvky
Mn3NiCrMo	0,14	0,60 až 0,80	1,30 až 1,80	0,015	0,018	0,50 až 0,65	0,40 až 0,65	0,15 až 0,30	0,30	0,03	0,25
Mn3Ni1CrMo	0,12	0,40 až 0,70	1,30 až 1,80	0,015	0,018	1,20 až 1,60	0,20 až 0,40	0,20 až 0,30	0,35	0,05 až 0,13	0,25
Mn3Ni1Mo	0,12	0,40 až 0,80	1,30 až 1,90	0,015	0,018	0,80 až 1,30	0,15	0,25 až 0,65	0,30	0,03	0,25
Mn3Ni1,5Mo	0,08	0,20 až 0,60	1,30 až 1,80	0,015	0,018	1,40 až 2,10	0,15	0,25 až 0,55	0,30	0,03	0,25
Mn3Ni1Cu	0,12	0,20 až 0,60	1,20 až 1,80	0,015	0,018	0,80 až 1,25	0,15	0,20	0,30 až 0,65	0,03	0,25
Mn3Ni1MoCu	0,12	0,20 až 0,60	1,20 až 1,80	0,015	0,018	0,80 až 1,25	0,15	0,20 až 0,55	0,30 až 0,65	0,03	0,25
Mn3Ni2,5CrMo	0,12	0,40 až 0,70	1,30 až 1,80	0,015	0,018	2,30 až 2,80	0,20 až 0,60	0,30 až 0,65	0,30	0,03	0,25
Mn4Ni1Mo	0,12	0,50 až 0,80	1,80 až 2,10	0,015	0,018	0,80 až 1,25	0,15	0,20 až 0,55	0,30	0,03	0,25
Mn4Ni2Mo	0,12	0,25 až 0,60	1,60 až 2,10	0,015	0,018	2,00 až 2,60	0,15	0,30 až 0,65	0,30	0,03	0,25
Mn4Ni1,5CrMo	0,12	0,50 až 0,80	1,60 až 2,10	0,015	0,018	1,30 až 1,90	0,15 až 0,40	0,30 až 0,65	0,30	0,03	0,25
Mn4Ni2CrMo	0,12	0,60 až 0,90	1,60 až 2,10	0,015	0,018	1,80 až 2,30	0,20 až 0,45	0,45 až 0,70	0,30	0,03	0,25
Mn4Ni2,5CrMo	0,13	0,50 až 0,80	1,60 až 2,10	0,015	0,018	2,30 až 2,80	0,20 až 0,60	0,30 až 0,65	0,30	0,03	0,25
3M3T	0,12	0,40 až 1,00	1,00 až 1,80	0,025	0,025	–	–	0,40 až 0,65	0,50	0,02 až 0,30	–
N4M3T	0,12	0,45 až 0,90	1,40 až 1,90	0,025	0,025	1,50 až 2,10	–	0,40 až 0,65	0,50	0,01 až 0,30	–
N5CM3T	0,12	0,20 až 0,70	1,10 až1,70	0,025	0,025	2,40 až 2,90	0,05 až 0,35	0,35 až 0,70	0,50	0,02 až 0,30	–
N5C1M3T	0,12	0,40 až 0,90	1,40 až 2,00	0,025	0,025	2,40 až 3,00	0,40 až 0,60	0,40 až 0,70	0,40	0,02 až 0,30	–
Z[c]	Jakékoliv jiné dohodnuté složení										

[a] Pokud není stanoveno: Ti ≤ 0,10 % (hmotnostní), Zr ≤ 0,10 % (hmotnostní) a Al ≤ 0,12 % hmotnostní). Zbytkový hmotnostní podíl mědi v oceli, včetně jakéhokoliv pokovování, musí vyhovět stanovené hodnotě.

[b] Jednotlivé hodnoty jsou hodnotami maximálními.

[c] Svařovací materiály, pro které není v této tabulce chemické složení uvedeno, musí být podobně označeny a předeslané písmenem Z. Rozsahy chemického složení nejsou stanoveny a je proto možné, že dvě elektrody, se stejnou klasifikací Z, nejsou vzájemně zaměnitelné.

T – znamená, že pevnost, tažnost a hodnoty nárazové práce jsou zaručovány po žíhání ke snížení vnitřního pnutí při 560–600 °C/lh a chlazení v peci pod 300 °C.

SVAŘOVACÍ MATERIÁLY PRO TVRDÉ NÁVARY

Výběr z ČSN EN 14700
(05 5020)
Účinnost od 1. 11. 2014

Plněný drát EN 14700 T Fe9 - C0,4Mn16Cr14 - 250(50) - M21

Značky pro tvary výrobků

Značka	Tvar výrobku (přídavný materiál)
E	obalená elektroda
S	svařovací drát a svařovací tyč
T	plněná elektroda a plněná tyč
R	litá tyč
B	pásková elektroda
C	spékaná tyč a spékaná pásková elektroda
P	kovový prášek

Značka pro rozsah tvrdosti

Značka	Rozsah tvrdosti
150	125 HB a ≤ 175 HB
200	> 175 HB a ≤ 225 HB
250	> 225 HB a ≤ 275 HB
300	> 275 HB a ≤ 325 HB
350	> 325 HB a ≤ 375 HB
400	> 375 HB a ≤ 450 HB
40	37 HRC a ≤ 42 HRC
45	> 42 HRC a ≤ 47 HRC
50	> 47 HRC a ≤ 52 HRC
55	> 52 HRC a ≤ 57 HRC
60	> 57 HRC a ≤ 62 HRC
65	> 62 HRC a ≤ 67 HRC
70	> 67 HRC

Dodatečné značení slitiny (Fe9) – typické chemické složení čistého svarového kovu.

Označení ochranného plynu

Označení pro ochranný plyn musí odpovídat ISO 14175 (M21 – směsný plyn bez obsahu helia).

Značka slitin

Značka slitiny	Vhodnost	Chemické složení v % (hmotnostních)[c]												
		C	Cr	Ni	Mn	Mo	W	V	Nb	Fe	Co	Cu	Al	Ostatní
Fe1	p	≤ 0,4	≤ 3,5	≤ 3	≤ 4,5	≤ 1	≤ 1	≤ 1	–	zbytek	–	–	–	Si, Ti
Fe2	p (g) (s)	0,4 až 1,5	≤ 7	≤ 1	≤ 3	≤ 4	≤ 1	≤ 1	–	zbytek	≤ 1	≤ 1	–	Si, Ti
Fe3	s t	0,1 až 0,5	1 až 15	≤ 5	≤ 3	≤ 5	≤ 10	≤ 1,5	≤ 3	zbytek	≤ 13	–	–	Si, Ti
Fe4	s t (p)	0,2 až 1,5	2 až 10	≤ 4	≤ 3	≤ 10	≤ 20	≤ 4	–	zbytek	≤ 5	–	–	Si, Ti
Fe5	c p s t w	≤ 0,5	≤ 0,1	17 až 22	≤ 1	3 až 5	–	–	–	zbytek	10 až 15	–	≤ 1	Si, Ti
Fe6	g p s	≤ 2,5	≤ 10	–	≤ 3	≤ 3	–	–	≤ 10	zbytek	–	–	–	Si, Ti
Fe7	c p t	≤ 0,2	11 až 30	≤ 6	≤ 3	≤ 2	–	≤ 1	≤ 1	zbytek	–	–	–	Si, N
Fe8	g p t	0,2 až 2	5 až 20	–	≤ 3	≤ 5	≤ 2	≤ 2	≤ 10	zbytek	–	–	–	Si, Ti
Fe9	k p (n)	≤ 1,2	≤ 20	≤ 5	9 až 20	≤ 2	–	≤ 1	–	zbytek	–	–	–	Si, Ti
Fe10	c k p z (n)	≤ 0,25	17 až 22	7 až 11	3 až 8	≤ 1,5	–	–	≤ 1,5	zbytek	–	–	–	Si
Fe17	c k p v	≤ 0,3	≤ 20	≤ 5	8 až 20	≤ 2	≤ 0,3	–	–	zbytek	10 až 15	–	–	Si
Ni4	c k p t z	≤ 0,1	1 až 20	zbytek	≤ 1,5	≤ 30	≤ 8	≤ 1	≤ 5	≤ 3	≤ 15	–	≤ 3	Si, Ti
Co3	t z (c) (s)	1 až 3	20 až 35	≤ 4	≤ 2	≤ 1	6 až 15	–	–	≤ 5	–	–	–	Si
Cr1	g n	1 až 5	zbytek	–	≤ 1	–	–	15 až 30	–	≤ 5	–	–	–	Si, B, Zr
Cu2	c (n)	–	–	≤ 6	≤ 15	–	–	–	–	≤ 5	–	zbytek	≤ 9	Sn
Al1	c n	–	–	10 až 35	≤ 0,5	–	–	–	–	–	–	≤ 6	zbytek	Si
Z	–	Jiné dohodnuté složení[a]												

Vhodnost
- c: odolnost proti korozi
- g: odolnost proti abrazi
- k: možnost vytvrzení za studena
- (): nemusí být platné pro všechn slitiny tohoto druhu
- n: nelze magnetizovat
- p: rázová houževnatost
- s: udržuje břit
- v: odolný ke tvoření dutin
- t: žárovzdornost
- z: odolnost proti okujení
- w: precipitačně vytvrditelný

OBALENÉ ELEKTRODY, DRÁTY, TYČINKY A PLNĚNÉ ELEKTRODY PRO TAVNÉ SVAŘOVÁNÍ LITINY

ČSN EN ISO 1071
(05 5317)
Účinnost od 1. 8. 2016

Označování pro svařovací materiály musí odpovídat zásadám uvedeným v níže uvedených příkladech:

PŘÍKLAD 1 Litinová tyčinka pro plamenové svařování kyslíkem (R), s chemickým složením v rozmezí pro slitinu s označením FeC-1 podle tabulky 2, se označuje:

Litinová tyčinka ISO 1071 – R C FeC-1

PŘÍKLAD 2 Svařovací drát pro obloukové svařování s ochranným plynem (S), s chemickým složením v rozmezí pro slitinu s označením NiFe-2 podle tabulky 3, se označuje:

Svařovací drát ISO 1071 – S C NiFe-2

PŘÍKLAD 3 Plněná elektroda pro obloukové svařování s ochranným plynem (T), poskytující návary svarového kovu s chemickým složením v rozmezí pro slitinu s označením NiFe-1 podle tabulky 3. Elektroda byla zkoušena se směsným plynem (M). Označuje se:

Plněná elektroda ISO 1071 – T C NiFe-1M

PŘÍKLAD 4 Plněná elektroda pro obloukové svařování (T), poskytující návary svarového kovu s chemickým složením v rozmezí pro slitinu s označením FeC-2 podle tabulky 2. Elektroda byla zkoušena s vlastní ochranou (N). Označuje se:

Plněná elektroda ISO 1071 – T C FeC – 2 N

PŘÍKLAD 5 Obalená elektroda pro ruční obloukové svařování (E) poskytující návary svarového kovu s chemickým složením v rozmezí pro slitiny s označením NiFe-1 podle tabulky 3. Elektrody se mohou používat se střídavým nebo stejnosměrným proudem a mají výtěžnost 120% (3). Označuje se:

Obalená elektroda ISO 1071 – E C NiFe-1 3

Symboly pro označení výrobku
Obalená elektroda se označuje písmenem E.
Drát a tyčinka se označuje písmenem S a plněná elektroda se označuje T.
Litinová tyčinka se označuje písmenem R.

Symbol pro označení druhu slitiny
Druhý symbol pro označení svařování litiny, jako hlavního použití, se používá písmeno C.

Všeobecně
Označení v tabulce 2 a 3 se užívá pro chemické složení tyčinek a drátů stejně jako pro chemické složení čistého svarového kovu obalených elektrod a plněných elektrod podle článku 6.
Musí být provedeno rozlišení mezi podobným a odlišným svařovacím materiálem podle chemického složení svarového kovu.

Svařovací materiály poskytující podobný svarový kov
Materiály této skupiny jsou klasifikovány v souladu s typem slitiny v tabulce 1. Symboly v tabulce 2 označují podobné chemické složení pro tyčinky a svarový kov obalených elektrod a plněných elektrod. Popis všech svařovacích materiálů a příklady použití jsou uvedeny v Příloze A.

Tabulka 1 – Svařovací materiál poskytující podobný čistý svarový kov jako základní kov

Symbol	Mikrostruktura	Výrobek [a]
FeC-1 [b]	lupínkový grafit	E, R
FeC-2 [c]	lupínkový grafit	E, T
FeC-3	lupínkový í grafit	E, T
FeC-4	lupínkový grafit	R
FeC-5	lupínkový grafit	R
FeC-GF	feritická mikrostruktura, kuličkový grafit	E, T
FeC-GP1	perlitická mikrostruktura, kuličkový grafit	R
FeC-GP2	perlitická mikrostruktura, kuličkový grafit	E, T

[a] Označení viz 4.1.

[b] Obalená elektroda s jádrem z litiny

[c] Obalená elektroda s jádrem z nelegované ocelil.

Svařovací materiál poskytující odlišný svarový kov
Svařovací materiály této skupiny jsou klasifikovány podle chemického složení svařovacího drátu nebo čistého svarového kovu obalené elektrody a plněné elektrody (viz tabulka 3). Popis všech svařovacích materiálů a příklady použití jsou uvedeny v Příloze A.

Symbol pro označení ochranného plynu (plněná elektroda)
Symbol M musí být použit pro označení směsi plynů podle EN 439, pokud se provádí klasifikace s ochranným plynem EN 439-M2, ale bez helia.
Při použití plněných elektrod vyžadujících jako ochranný plyn CO2 (EN 439-C1) se používá symbol C. Plněné elektrody používané s vlastní ochranou se označují N.

Tabulka 2 (viz str. 740), tabulka 3 (viz str. 741).

Označení v tabulce 4 udává výtěžnost elektrody podle EN 22401 a druh proudu (obalená elektroda).

Tabulka 4 – Označení výtěžnosti elektrody a druhu proudu

Symbol	**Výtěžnost elektrody v %**	**Druh proudu [a]**
1	≤ 105	Střídavý a stejnosměrný proud
2	≤ 105	Stejnosměrný proud
3	>105 ≤ 125	Střídavý a stejnosměrný proud
4	>105 ≤ 125	Stejnosměrný proud
5	>125 ≤ 160	Střídavý a stejnosměrný proud
6	>125 ≤ 160	Stejnosměrný proud
7	> 160	Střídavý a stejnosměrný proud
8	> 160	Stejnosměrný proud

[a] Za účelem přechodu na střídavý proud musí být provedeny zkoušky naprázdno při napětí ne vyšším než 65 V.

Tabulka 2 – Podobné chemické složení tyčinek a čistého svarového kovu obalených elektrod a plněných elektrod

Symbol	Druh výrobku	Chemické složení % [abc]									
		C	Si	Mn	P	S	Fe	Ni[d]	Cu[e]	Poznámka	Součet ostatních prvků
FeC-1	E, R	3,0 až 3,6	2,0 až 3,5	0,8	0,5	0,1	zbytek	–	–	Al: 3,0	1,0
FeC-2	E, T	3,0 až 3,6	2,0 až 3,5	0,8	0,5	0,1	zbytek	–	–	Al: 3,0	1,0
FeC-3	E, T	2,5 až 5,0	2,5 až 9,5	1,0	0,20	0,04	zbytek	–	–	–	1,0
FeC-4	R	3,2 až 3,5	2,7 až 3,0	0,60 až 0,75	0,50 až 0,75	0,10	zbytek	–	–	–	1,0
FeC-5	R	3,2 až 3,5	2,0 až 2,5	0,50 až 0,70	0,20 až 0,40	0,10	zbytek	1,2 až 1,6	–	Mo: 0,25 až 0,45	1,0
FeC-GF	E, T	3,0 až 4,0	2,0 až 3,7	0,6	0,05	0,015	zbytek	1,5	–	Mg: 0,02 až 0,10 Ce: 0,20	1,0
FeC-GP1	R	3,2 až 4,0	3,2 až 3,8	0,10 až 0,40	0,05	0,015	zbytek	0,50	–	Mg: 0,04 až 0,10 Ce: 0,20	1,0
FeC-GP2	E, T	2,5 až 3,5	1,5 až 3,0	1,0	0,05	0,015	zbytek	2,5	1,0	Mg: 0,02 až 0,10 Ce: 0,20	1,0
Z	R, E, T	Každé jiné schválené složení									

a Jednotlivé hodnoty jsou maximální hodnoty v %.

b Výsledky musí být zaokrouhleny na stejný počet platných čísel, jak je uvedeno v používaných pravidlech podle přílohy B, Pravidlo A ISO 31-0:1992

c Svarový kov, kovové jádro nebo přídavný kov, jak je specifikováno musí být analyzovány podle jednotlivých prvků, jejichž hodnoty jsou uvedeny v této tabulce Pokud je během této analýzy indikována přítomnost jiných prvků, množství těchto prvků musí být stanoveno a zajištěno, že jejich součet nepřesahuje rozmezí specifikované pro "součet ostatních prvků " v posledním sloupci tabulky

d Obsah niklu může zahrnovat přimíšený kobalt.

e Obsah mědi může zahrnovat přimíšené stříbro

Tabulka 3 – Chemické složení odlišných tyčinek, svařovacích drátů a odlišných čistých svarových kovů obalených elektrod a plněných elektrod

Symbol	Druh výrobku	Chemické složení % [a b c d]									
		C	Si	Mn	P	S	Fe	Ni[e]	Cu[f]	Poznámka	Součet ostatních prvků
Fe-1	E, S, T	2,0	1,5	0,5 až 1,5	0,04	0,04	Zbytek	—	—	—	1,0
St	E, S, T	0,15	1,0	0,80	0,04	0,04	Zbytek	—	0,35	—	0,35
Fe-2	E, T	0,2	1,5	0,3 až 1,5	0,04	0,04	Zbytek	—	—	Nb + V: 5,0 až 10,0	1,0
Ni-Cl	E	2,0	4,0	2,5	—	0,03	8,0	85 min	2,5	Al: 1,0	1,0
	S	1,0	0,75	2,5	—	0,03	4,0	90 min	4,0	—	1,0
Ni-Cl-A	E	2,0	4,0	2,5	—	0,03	8,0	85 min	2,5	Al: 1,0 až 3,0	1,0
NiFe-1	E, S, T	2,0	4,0	2,5	0,03	0,03	Zbytek	45 až 75	4,0	Al: 1,0	1,0
NiFe-2	E, S, T	2,0	4,0	1,0 až 5,0	0,03	0,03	Zbytek	45 až 60	2,5	Al: 1,0 Prvky vytvářející karbidy 3,0	1,0
NiFe-Cl	E	2,0	4,0	2,5	—	0,04	Zbytek	40 až 60	2,5	Al: 1,0	1,0
NiFeT3-Cl	T	2,0	1,0	3,0 až 5,0	—	0,03	Zbytek	45 až 60	2,5	Al: 1,0	1,0
NiFe-Cl-A	E	2,0	4,0	2,5	—	0,03	Zbytek	45 až 60	2,5	Al: 1,0 až 3,0	1,0
NiFeMn-Cl	E	2,0	1,0	10 až 14	—	0,03	Zbytek	35 až 45	2,5	Al: 1,0	1,0
	S	0,50	1,0	10 až 14	—	0,03	Zbytek r	35 až 45	2,5	Al: 1,0	1,0
NiCu	E, S	1,7	1,0	2,5	—	0,04	5,0	50 až 75	Zbytek	—	1,0
NiCu-A	E, S	0,35 až 0,55	0,75	2,3	—	0,025	3,0 až 6,0	50 až 60	35 až 45	—	1,0
NiCu-B	E, S	0,35 až 0,55	0,75	2,3	—	0,025	3,0 až 6,0	60 až 70	25 až 35	—	1,0
Z	E, S, T	Všechny ostatní dohodnuté prvky									

a Jednotlivé hodnoty jsou maximální hodnoty v %, kromě jinak uvedených.

b Výsledky musí být zaokrouhleny na stejný počet míst jak je to specifikováno v pravidlech podle Přílohy B, Pravidlo A ISO 31-0:1992.

c Svarový kov, kovové jádro nebo přídavný kov jak je specifikováno musí být analyzovány podle jednotlivých prvků, jejichž hodnoty jsou uvedeny v této tabulce. Pokud je během této analyzy indikována přítomnost jiných prvků , musí být stanoveno a zajištěno, že jejich součet nepřesahuje rozmezí specifikované pro "součet ostatních prvků " v posledním sloupci tabulky

d Některé bronzové přídavné kovy nejsou zahrnuty v této tabulce, ale mohou být velmi účinně užívány pro tvrdé pájení litiny Zbarvení nebude stejné jako ocelových odlitků

e Obsah niklu může zahrnovat přimíšený kobalt

f Obsah mědi může zahrnovat příměs stříbra a mědi z povlaku.

Příloha A (informativní)

Popis svařovacího materiálu

A.1 Všeobecně
V následujícím seznamu jsou popsány všechny svařovací materiály pro nelegované litiny a jsou dány příklady pro určité použití různých druhů slitin.

A.2 Podobné svarové kovy

A.2.1 FeC-1
Svařovací materiály z těchto typů slitin jsou používány jako litinové tyčinky a obalené elektrody s jádrem z šedé litiny s lupínkovým grafitem. Tyčinky pro plamenové svařování kyslíkem mohou být holé nebo slabě pokryté tavidlem. Obal elektrody je bazicko-grafitický. Čistý svarový kov je z šedé litiny s lupínkovým grafitem.
Přednostní použití: Svařování šedé litiny.

A.2.2 FeC-2
Svařovací materiály z těchto typů slitin jsou používány jako bazicko-grafitické obalené elektrody a jako plněné elektrody s vlastní ochranou. Jádro tyčinek se skládá z příslušné nelegované oceli. Svařovací materiály produkují svarový kov z šedé litiny s lupínkovým grafitem.
Přednostní použití: Svařování šedé litiny.

A.2.3 FeC-3
Svařovací materiály z těchto typů slitin jsou používány jako bazicko-grafitické obalené elektrody a plněné elektrody s vlastní ochranou.Jádro tyčinek se skládá z alternativní šedé litiny nebo nelegované oceli. Svařovací materiály produkují svarový kov z šedé litiny s lupínkovým grafitem.
Přednostní použití: Svařování šedé litiny.

A.2.4 FeC-4
Svařovací materiály z těchto typů slitin jsou používány pro plamenové svařování šedé litiny s lupínkovým grafitem Tato tyčinka se bude tavit dříve než šedá litina a bude se tavit velmi dobře. Pro získání bezvadného svarového spoje je třeba oddělit oxydickou vrstvu ze svařovaných povrchů. Správně provedené svary vlastnostmi odpovídají šedé litině s nízkou mezí pevnosti v rozmezí od 150 až 250 MPa, včetně barvy šedé litiny. Takové svary jsou zpravidla obrobitelné, pokud nedošlo ke vzniku fosfidů jako důsledku nedostatečného roztavení základního kovu.

A.2.5 FeC-5
Svařovací materiály z těchto typů nízko legovaných slitin jsou litinové svařovací tyčinky používané pro plamenové svařování šedé litiny se střední mezí pevnosti.. Správně provedené svary s těmito tyčinkami dosahují vyšší pevnosti než druhy FeC-4 a hodí se pro šedou litinu v rozsahu meze pevnosti od 250 až 300 MPa. Návar je zpravidla lépe obrobitelný, protože fosfidy železa se ve svarovém kovu netvoří.

A.2.6 FeC-GP1
Svařovací materiály z těchto typů nízkolegovaných slitin jsou svařovací tyčinky z litiny používané pro plamenové svařování litin s kuličkovým grafitem a šedých litin.Při správném postupu svařování je většina grafitu v návaru ve tvaru kuličkového grafitu, pokud nebyly použity svařovací materiály obsahující oxidační přísady Mg a Ce. Návar má ve srovnání s návary typu FeC-4 a FeC-5 zvýšenou houževnatost a tvárnost, které se ještě zvýší po následném tepelném zpracování po svařování. Lze dosáhnout pevnosti okolo 400 MPa, odpovídající pevnosti tvárné litiny.

A.2.7 FeC-GF a FeC-GP2
Svařovací materiály těchto typů slitin jsou používány jako bazicko-grafitické obalené elektrody a jako plněné elektrody s vlastní ochranou. Jádro elektrod popř. obal plněných elektrod je z nelegované oceli. Svařovací materiály poskytují svarový kov typu šedé litiny s kuličkovým grafitem. V závislosti na tepelných podmínkách a chemickém složení dává typ FeC-GF návar s feritickou mikrostrukturou a typ FeC-GP2 návar hlavně s perlitickou mikrostrukturou.
Přednostní použití: Svařování litin s kuličkovým grafitem a neutrálně temperovaných tvárných litin.

A.3 Odlišný svarový kov

A.3.1 Fe-1
Svařovací materiály těchto typů jsou používány jako obalené elektrody. Mají speciální obal a jsou vhodné pro jednovrstvé návary na zkorodované nebo okujené litiny, poskytují dobrý průvar se základním kovem. Tento typ elektrody není vhodný pro výplňové vrstvy vzhledem nebezpečí vzniku zákalných struktur. Elektrody s bazickým obalem podle EN 499, svařovací dráty podle EN 440 a plněné elektrody podle EN 758 mohou být používány pro svařovaní tvárné litiny s povrchovou feritickou strukturou. Jsou preferovány svařovací materiály poskytující svarový kov s nízkou pevností.

A.3.2 St
Svařovací materiály těchto typů slitiny jsou používány jako nelegované obalené elektrody, dráty a tyčinky nebo plněné elektrody s nízkou tavící teplotou. Přednostně jsou používány pro opravu malých pórů a trhlin v odlitcích ze šedé litiny. Vzhledem k difuzi uhlíku z litiny do návaru je jeho struktura převážně martenzitická a je proto obrobitelný pouze broušením.

A.3.3 Fe-2
Svařovací materiály tohoto typů slitiny jsou používány jako obalené elektrody a plněné elektrody. Obal příp. jádro je z nelegované oceli Obal a jádro obsahují karbidotvorné prvky. Svařováním litiny vzniká feritická mikrostruktura první vrstvy s množstvím karbidu. Uhlík v kombinaci s karbidotvornými prvky vytváří karbidy s vysokou tvrdostí a zabraňuje vytváření martenzitu.
Přednostní použití: Navařování šedých a tvárných a temperovaných litin. Dále jako mezivrstva při navařování starých litin, která poskytuje dobré provaření se základním kovem.

A.3.4 Ni-Cl
Svařovací materiály tohoto typu slitiny jsou používány jako obalené elektrody, svařovací dráty a tyčinky.Tyto návary s vysokým obsahem niklové slitiny obsahují malé množství grafitu.Jednovrstvé návary na šedé litině mají větší tažnost a lepší obrobitelnost než návary získané elektrodami a tyčinkami typu Ni-Fe, ale jsou méně odolné proti vzniku trhlin za tepla následkem vysokého fosforu v litině.

A.3.5 Ni-Cl-A
Přídavné kovy tohoto složení jsou do značné míry zaměnitelné s materiály Ni-CI skupiny. Ni-CI skupina obsahuje více hliníku, který zlepšuje svařovací vlastnosti, ale současně má sklon snižovat kujnost ve svarovém kovu.

A.3.6 NiFe-1
Svařovací materiály tohoto typu slitiny jsou používány jako obalené elektrody,svařovací dráty a plněné elektrody. Pevnost svarového kovu je vyšší než u typu Ni-Cl. Svařovací dráty typu NiFe-1 jsou vhodné pro jednovrstvé svary, pro mezivrstvy a pro vícevrstvé svary s dostatečným průvarem do základního kovu.

A.3.7 NiFe-2
Svařovací materiály tohoto typu slitiny jsou používány jako obalené elektrody,svařovací dráty a plněné elektrody. Předpokládané použití: Vícevrstvé svařování litin s kuličkovým grafitem a neutrálně temperovaných tvárných litin (s černým lomem).

A.3.8 NiFe-Cl
Svařovací materiály tohoto typu slitiny jsou používány jako obalené elektrody. Návar ze slitiny nikl-železo je odolnější praskání v litinách s vysokým obsahem fosforem než návary s vysokým obsahem niklu. Jednovrstvý návar může být jen těžko obrobitelný, ale vícevrstvé návary jsou obrobitelné lehce.

A.3.9 NiFeT3-Cl
Svařovací materiály tohoto typu slitiny se používají jako plněné elektrody s vlastní ochranou nebo s ochranou atmosférou. Návar ze slitin nikl-železo je odolnější praskání v litinách s vysokým obsahem fosforu než návary s vyšším obsahem niklu. Jednovrstvý návar může být jen těžko obrobitelný, ale vícevrstvé návary jsou obrobitelné lehce.

A.3.10 NiFe-Cl-A
Obalené elektrody tohoto typu poskytují návary s vyšším obsahem hliníku, který má větší odolnost porezitě, nižší tvárnost ve srovnání s typem NiFe-CI .

A.3.11 NiFeMn-Cl
Svařovací materiály tohoto typu jsou používány jako obalené elektrody,svařovací dráty a tyčinky. Návar nikl-železo-mangan je kujný a má vyšší pevnost než návary nikl-železo. Prvořadě jsou používány pro opravu a spoje s vyšší pevností litiny s kuličkovým grafitem.

A.3.12 NiCu
Svařovací materiály tohoto typu slitiny se používají jako obalené elektrody.Vhodné jsou také dráty a tyčinky S Ni 4060 (S NiCu30Mn3Ti) podle prEN ISO 18274.
Přednostní použití: Výplně vícevrstvých svarů velkých kusů z šedé litiny, litin s kuličkovým grafitem a neutrálně temperovaných tvárných litin (s černým lomem). Dobré tavení základních kovů při svařování staré litiny.

A.3.13 NiCu-A a NiCu-B
Svařovací materiály tohoto typu slitiny se používají jako obalené elektrody, dráty a tyčinky. Při vhodném použití dává mělký průvar a poskytuje tvárný a obrobitelný návar.

A.3.14 Z
Přídavné kovy označené „Z" neodpovídají žádnému složení v tabulce 2 nebo 3 této normy. Společné označení „C Z" označuje přídavný kov nespecifikovaného složení, jak je uvedeno pro svařování litiny, bez jakéhokoliv udání složení přídavného kovu. Uživatel takových přídavných kovů by si měl být vědom, že se jedná o dva svarové kovy, každý označený podle symbolů „C Z", které mohou mít zcela rozdílné složení a/nebo vlastnosti při svařování.

Poznámka: V době tvorby těchto tabulek existovala pouze platná norma v anglické verzi. Výše uvedené informace byly použity z poslední známé normy v českém jazyce.

OBALENÉ ELEKTRODY PRO RUČNÍ OBLOUKOVÉ SVAŘOVÁNÍ NIKLU A SLITIN NIKLU

ČSN EN ISO 14172
(05 5319)
Účinnost od 1. 5. 2016

Označení obalených elektrod musí být provedeno na principu příkladu uvedeného dále.

PŘÍKLAD Obalená elektroda pro ruční svařování (E) a navařování se svarovým kovem na bázi niklových slitin (Ni) s chemickým složením 67% Ni, 15% Cr, 7% Mn a 2% Nb a všech ostatních požadavků slitiny 6182 podle tabulky 1 se označuje:

Obalená elektroda ISO 14172 – E Ni 6182

nebo alternativně

Obalená elektroda ISO 14172 – E Ni 6182 (NiCr15Fe6Mn)

ISO 14172 = číslo mezinárodní normy

E = obalená elektroda/ruční svařování kovů

NiCr15Fe6Mn = obecný chemický symbol obalené elektrody (viz tabulka 1)

Ni 6182 = chemické složení čistého svarového kovu (tabulka 1)

Příloha B (informativní)

Popis třídění svařovacích materiálů

Následující údaje nejsou součástí této mezinárodní normy, ale poskytují používané označení pro zatřídění zamýšlených jednotlivých elektrod. Více jednotlivých údajů na aplikované techniky, které jsou používány pro navařování slitin na bázi niklu, by měl poskytovat výrobce.

Nikl

Ni 2061

Elektrody této klasifikace jsou užívány pro svařování plátovaných a litých forem obchodně čistého niklu (UNS N02200 nebo 102201), svařování niklem plátovaných ocelí, pro svařování kovů odlišného chemického složení a pro navařování.

Nikl-Měď

Ni 4060,Ni 4062

Elektrody těchto klasifikací jsou používány pro svařování slitin niklu a mědi (UNS N04400) navzájem, svařování stran a navařování plátovaných ocelí slitinami nikl-měď. Ni 4060 je přednostní pro některé prostředí, kde se vyskytuje značné množství niobu, které narušuje odolnost proti korozi.

Nikl-Chróm

Ni 6082

Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování slitin nikl-chróm (např. UNS N06075, N07080) a slitin nikl-chróm-železo (např. UNS N06600, N06601) a svarové kovy jsou významné proti jiným takto používaným slitinám pro jejich relativně vysoký obsah chrómu. Jsou také používány pro plátování a svařování odlišných svarových spojů. Mohou být používány pro svařování niklových ocelí při nízkých teplotách.

Ni 6231

Elektrody této klasifikace jsou používány pro svary nikl-chróm-wolfram-molybdenových slitin UNS N06230.

Pokračování na str. 749

Tabulka 1 – Označování chemického složení čistého svarového kovu

Označení slitiny		Chemické složení v % hmotnosti [a,b]														
Číselný symbol	Chemická značka	C	Mn	Fe	Si	Cu	Ni	Co [c]	Al	Ti	Cr	Nb [d]	Mo	V	W	Poznámka [e,f]
NIKL																
Ni 2061	NiTi3	0,10	0,7	0,7	1,2	0,2	min. 92,0	–	1,0	1,0 až 4,0	–	–	–	–	–	–
NIKL–MĚĎ																
Ni 4060	NiCu30Mn3Ti	0,15	4,0	2,5	1,5	27,0 až 34,0	min. 62,0	–	1,0	1,0	–	–	–	–	–	–
Ni 4061	NiCu27Mn3NbTi	0,15	4,0	2,5	1,3	24,0 až 31,0	min. 62,0	–	1,0	1,5	–	3,0	–	–	–	–
NIKL–CHRÓM																
Ni 6082	NiCr20Mn3Nb	0,10	2,0 až 6,0	4,0	0,8	0,5	min. 63,0	–	–	0,5	18,0 až 22,0	1,5 až 3,0	2,0	–	–	–
Ni 6231	NiCr22W14Mo	0,05 až 0,10	0,3 až 1,0	3,0	0,3 až 0,7	0,5	min. 45,0	5,0	0,5	0,1	20,0 až 24,0	–	1,0 až 3,0	–	13,0 až 15,0	–
NIKL–CHRÓM–ŽELEZO																
Ni 6025	NiCr25Fe10AlY	0,10 až 0,25	0,5	8,0 až 11,0	0,8	–	min. 55,0	–	1,5 až 2,2	0,3	24,0 až 26,0	–	–	–	–	0,15 Y
Ni 6062	NiCr15Fe8Nb	0,08	3,5	11,0	0,8	0,5	min. 62,0	–	–	–	13,0 až 17,0	0,5 až 4,0	–	–	–	–
Ni 6092	NiCr16Fe12NbMo	0,10	1,0 až 3,5	12,0	0,8	0,5	min. 62,0	–	–	–	13,0 až 17,0	0,5 až 3,0	0,5 až 2,5	–	–	–
Ni 6093	NiCr15Fe8NbMo	0,20	1,0 až 5,0	12,0	1,0	0,5	min. 60,0	–	–	–	13,0 až 17,0	1,0 až 3,5	1,0 až 3,5	–	–	–
Ni 6094	NiCr14Fe4NbMo	0,15	1,0 až 4,5	12,0	0,8	0,5	min. 55,0	–	–	–	12,0 až 17,0	0,5 až 3,0	2,5 až 5,5	–	1,5	–
Ni 6095	NiCr15Fe8NbMoW	0,20	1,0 až 3,5	12,0	0 8	0,5	min. 55,0	–	–	–	13,0 až 17,0	1,0 až 3,5	1,0 až 3,5	–	1,5 až 3,5	–
Ni 6152	NiCr30Fe9Nb	0,05	5,0	7,0 až 12,0	0,8	0,5	min. 50,0	–	0,5	0,5	28,0 až 31,5	1,0 až 2,5	0,5	–	–	–
Ni 6182	NiCr15Fe6Mn	0,10	5,0 až 10,0	10,0	1,0	0,5	min. 60,0	–	–	1,0	13,0 až 17,0	1,0 až 3,5*	–	–	–	* max. 0,3 Ta, kde je požadován
Ni 6333	NiCr25Fe16CoNbW	0,10	1,2 až 2,0	min. 16,0	0,8 až 1,2	0,5	44,0 až 47,0	2,5 až 3,5	–	–	24,0 až 26,0	–	2,5 až 3,5	–	2,5 až 3,5	–
Ni 6701	NiCr36Fe7Nb	0,35 až 0,50	0,5 až 2,0	7,0	0,5 až 2,0	–	42,0 až 48,0	–	–	–	33,0 až 39,0	0,8 bis 1,8	–	–	–	–
Ni 6702	NiCr28Fe6W	0,35 až 0,50	0,5 až 1,5	6,0	0,5 až 2,0	–	47,0 až 50,0	–	–	–	27,0 až 30,0	–	–	–	4,0 až 5,5	–
Ni 6704	NiCr25Fe10Al3YC	0,15 až 0,30	0,5	8,0 až 11,0	0,8	–	min. 55,0	–	1,8 až 2,8	0,3	24,0 až 26,0	–	–	–	–	0,15 Y
Ni 8025	NiCr29Fe30Mo	0,06	1,0 až 3,0	30,0	0,7	1,5 až 3,0	35,0 až 40,0	–	0,1	1,0*	27,0 až 31,0	1,0	2,5 až 4,5	–	–	* nebo Nb
Ni 8165	NiCr25Fe30Mo	0,03	1,0 až 3,0	30,0	0,7	1,5 až 3,0	37,0 až 42,0	–	0,1	1,0	23,0 až 27,0	–	3,5 až 7,5	–	–	–

(pokračování)

Tabulka 1 *(pokračování)*

Označení slitiny		Chemické složení v % hmotnosti [a,b]														
Číselný symbol	Chemická značka	C	Mn	Fe	Si	Cu	Ni	Co [c]	Al	Ti	Cr	Nb [d]	Mo	V	W	Poznámka [e,f]
NIKL–MOLYBDEN																
Ni 1001	NiMo28Fe5	0,07	1,0	4,0 až 7,0	1,0	0,5	min. 55,0	2,5	–	–	1,0	–	26,0 až 30,0	0,6	1,0	–
Ni 1004	NiMo25Cr5Fe5	0,12	1,0	4,0 až 7,0	1,0	0,5	min. 60,0	–	–	–	2,5 až 5,5	–	23,0 až 27,0	0,6	1,0	–
Ni 1008	NiMo19WCr	0,10	1,5	10,0	0,8	0,5	min. 60,0	–	–	–	0,5 až 3,5	–	17,0 až 20,0	–	2,0 až 4,0	–
Ni 1009	NiMo20WCu	0,10	1,5	7,0	0,8	0,3 až 1,3	min. 62,0	–	–	–	–	–	18,0 až 22,0	–	2,0 až 4,0	–
Ni 1062	NiMo24Cr8Fe6	0,02	1,0	4,0 až 7,0	0,7	–	min. 60,0	–	–	–	6,0 až 9,0	–	22,0 až 26,0	–	–	–
Ni 1066	NiMo28	0,02	2,0	2,2	0,2	0,5	min. 64,5	–	–	–	1,0	–	26,0 až 30,0	–	1,0	–
Ni 1067	NiMo30Cr	0,02	2,0	1,0 až 3,0	0,2	0,5	min. 62,0	3,0	–	–	1,0 až 3,0	–	27,0 až 32,0	–	3,0	–
Ni 1069	NiMo28Fe4Cr	0,02	1,0	2,0 až 5,0	0,7	–	min. 65,0	1,0	0,5	–	0,5 až 1,5	–	26,0 až 30,0	–	–	–
NIKL–CHRÓM–MOLYBDEN																
Ni 6002	NiCr22Fe18Mo	0,05 až 0,15	1,0	17,0 až 20,0	1,0	0,5	min. 45,0	0,5 až 2,5	–	–	20,0 až 23,0	–	8,0 až 10,0	–	0,2 až 1,0	–
Ni 6012	NiCr22Mo9	0,03	1,0	3,5	0,7	0,5	min. 58,0	–	0,4	0,4	20,0 až 23,0	1,5	8,5 až 10,5	–	–	–
Ni 6022	NiCr21Mo13W3	0,02	1,0	2,0 až 6,0	0,2	0,5	min. 49,0	2,5	–	–	20,0 až 22,5	–	12,5 až 14,5	0,4	2.5 až 3,5	–
Ni 6024	NiCr26Mo14	0,02	0,5	1,5	0,2	0,5	min. 55,0	–	–	–	25,0 až 27,0	–	13,5 až 15,0	–	–	–
Ni 6030	NiCr29Mo5Fe15W2	0,03	1,5	13,0 až 17,0	1,0	1,0 až 2,4	min. 36,0	5,0	–	–	28,0 až 31,5	0,3 až 1,5	4,0 až 6,0	–	1,5 až 4,0	–
Ni 6059	NiCr23Mo16	0,02	1,0	1,5	0,2	–	min. 56,0	–	–	–	22,0 až 24,0	–	15,0 až 16,5	–	–	–
Ni 6200	NiCr23Mo16Cu2	0,02	1,0	3,0	0,2	1,3 až 1,9	min. 45,0	2,0	–	–	20,0 až 24,0	–	15,0 až 17,0	–	–	–
Ni 6205	NiCr25Mo16	0,02	0,5	5,0	0,2	2,0	min. 50,0	–	0,4	–	22,0 až 27,0	–	13,5 až 16,5	–	–	–
Ni 6275	NiCr15Mo16Fe5W3	0,10	1.0	4,0 až7,0	1,0	0,5	min. 50.0	2,5	–	–	14,5 až 16,5	–	15,0 až 18,0	0,4	3,0 až 4,5	–
Ni 6276	Ni Cr15Mo15Fe6W4	0,02	1,0	4,0 až 7,0	0,2	0,5	min. 50,0	2,5	–	–	14,5 až 16,5	–	15,0 až 17,0	0,4	3,0 až 4,5	–
Ni 6452	NiCr19Mo15	0,025	2,0	1,5	0,4	0,5	min. 56,0	–	–	–	18,0 až 20,0	0,4	14,0 až 16,0	0,4	–	–
Ni 6455	NiCr16Mo15Ti	0,02	1,5	3,0	0,2	0,5	min. 56,0	2,0	–	0,7	14,0 až 18,0	–	14,0 až 17,0	–	0,5	–
Ni 6620	NiCr14Mo7Fe	0,10	2,0 a 4,0	10,0	1,0	0,5	min. 55,0	–	–	–	12,0 až 17,0	0,5 až 2,0	5,0 až 9,0	–	1,0 až 2,0	–
Ni 6625	NiCr22Mo9Nb	0,10	2,0	7,0	0,8	0,5	min. 55,0	–	–	–	20,0 až 23,0	3,0 až 4,2	8,0 až 10,0	–	–	–
Ni 6627	NiCr21MoFeNb	0,03	2,2	5,0	0,7	0,5	min. 57,0	–	–	–	20,5 až 22,5	1,0 až 2,8	8,8 až 10,0	–	0,5	–
Ni 6650	NiCr20Fe14Mo11WN	0,03	0,7	12,0 až15,0	0,6	0,5	min. 44,0	1,0	0,5	–	19,0 až 22,0	0,3	10,0 až 13,0	–	1,0 až 2,0	N 0,15; S 0,02
Ni 6686	NiCr21Mo16W4	0,02	1,0	5,0	0,3	0,5	min. 49,0	–	–	0,3	19,0 až 23,0	–	15,0 až 17,0	–	3,0 až 4,4	–

(pokračování)

Tabulka 1 *(dokončení)*

Označení slitiny		Chemické složení v % hmotnosti [a b]														
Číselný symbol	Chemická značka	C	Mn	Fe	Si	Cu	Ni	Co [c]	Al	Ti	Cr	Nb [d]	Mo	V	W	Poznámka [e f]
Ni 6985	NiCr22Mo7Fe19	0,02	1,0	18,0 až 21,0	1,0	1,5 až 2,5	min. 45,0	5,0	–	–	21,0 až 23,5	1,0	6,0 až 8,0	–	1,5	–
NIKL–CHRÓM–KOBALT–MOLYBDEN																
Ni 6617	NiCr22Co12Mo	0,05 až 0,15	3,0	5,0	1,0	0,5	min. 45,0	9,0 až 15,0	1,5	0,6	20,0 až 26,0	1,0	8,0 až 10,0	–	–	–

a Jednotlivé hodnoty pro všechny prvky kromě Ni jsou maximální. Dvě hodnoty ukazují minimální a maximální.rozsah

b Výsledky musí být zaokrouhleny na ty hodnoty,čísel,které jsou specifikovány jako hodnoty užívané v pravidlech podle ISO 31-0:1992, Příloha B, pravidlo A.

c Hodnoty pod 1% Co nemusí být specifikovány. Pro některé aplikace může být požadována nižší hodnota Co a měla by být schválena oběma smluvními stranami

d Může být až hodnoty 20% Ta.

e Celkové množství nespecifikovaných prvků nesmí přesahovat 0,5 %.

f Fosfor 0,020 % max., síra 0,015% max.

Pokračování ze str. 745

Nikl-chróm-železo

Ni 6025
Elektrody těchto klasifikací jsou používány pro svařování slitin na bázi niklu odlišného složení tak, jako UNS N06025 a UNS N06603. Svary jsou odolné oxidaci, nauhličení a síře a jsou používány při teplotách až do 1200 °C.

Ni 6062
Elektrody těchto klasifikací jsou používány pro svařování slitin nikl-chróm-železo (např. UNS N06600, N06601), pro plátované strany spojů ocelí se slitinami nikl-chróm-železo a navařování ocelí. Odlišné kovy mají dobrou svařovací spolehlivost. Mohou být používány až do teplot okolo 980 °C, ale nevykazují optimální oxidační odolnost a pevnost nad 820 °C.

Ni 6092
Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování slitin nikl-železo-chróm (např. UNS N08800) a slitin nikl-chróm-železo (např. UNS N06600) a mají zvláštní použitelnost pro svary odlišných materiálů. Mohou být používány pro aplikace asi až do 980 °C, ale nevykazují optimální oxidační odolnost a pevnost okolo 820 °C.

Ni 6093, Ni 6094, Ni 6095
Elektrody těchto klasifikací jsou používány pro svařování oceli s 9% niklu (UNS K81340) a jejich svarové kovy mají vyšší pevnost než ty z elektrod Ni 6092.

Ni 6152
Elektrody této klasifikace poskytují svarový kov s vyšším obsahem chrómu než jiné elektrody nikl-chróm-železo specifikované v této mezinárodní normě. Jsou používány pro svařování slitin na bázi niklu s vysokým obsahem chrómu tak jako UNS N06690. Mohou být také používány pro výrobu antikorozních návarů na nízkolegované oceli a oceli odolávající korozi a pro spoje kovů odlišného složení.

Ni 6182
Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování slitin nikl-chróm-železo (např. N06600), pro svařování plátovaných stran spojů plátovaných ocelí se slitinami nikl-chróm-železo a pro navařování oceli. Mohou být také používány pro svařování oceli s jinými slitinami na bázi niklu.Teplota při aplikaci je okolo 480 °C, ale jinak elektrody mohou být používány na vysoké teploty podle podmínek klasifikace. Odolnost ke vzniku trhlin za horka je lepší než ostatních svarových kovů této skupiny.

Ni 6333
Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování slitin na bázi niklu podobného složení (UNS N066333). Svary vykazují odolnost oxidaci, nauhličení a síře a jsou používány pro teploty až do 1000 °C a vyšší.

Ni 6701, Ni 6702
Elektrody těchto klasifikací jsou používány pro svařování odlitků na bázi niklových slitin podobného složení. Svary vykazují odolnost oxidaci a používají se pro teploty do 1200 °C.

Ni 6704
Elektrody těchto klasifikací jsou používány pro svařování slitin na bázi niklu podobného složení tak jako UNS N06025 a UNS N06603. Svary jsou odolné oxidaci, nauhličení a sulfidaci a jsou používány při teplotách až do 1200 °C.

Ni 8025, Ni 8165
Elektrody těchto klasifikací jsou používány pro svařování austenitických ocelí odolávajících korozi, legovaných mědí se slitinami chróm-nikl-molybden (např. UNS N08904) a slitin nikl-chróm-molybden (např. UNS N08825). Mohou být také používány na návary ocelí za předpokladu, že první vrstva návaru byla zhotovena ze slitiny nikl-chróm-železo.

Nikl-Molybden

Ni 1001
Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování slitin nikl-molybden podobného složení, zvláště UNS N10001, pro svařování plátovaných spojů ocelí se slitinami nikl-molybden a pro svařování slitin nikl-molybden k oceli a dalším slitinám na bázi niklu.

Ni 1004
Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování kombinace odlišných kovů slitin na bázi niklu, na bázi kobaltu a na bázi železa.

Ni 1008, Ni 1009
Elektrody těchto klasifikací jsou používány pro svařování oceli s 9 % niklu (UNS K81340) a tam, kde je požadován svarový kov vyšší pevnosti než poskytují elektrody Ni 6092.

Ni 1062
Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování slitin nikl-molybden specielně UNS N10665, pro svařování spojů plátované oceli se slitinami nikl-molybden a pro svařování slitin nikl-molybden s ocelí a s jinými slitinami na bázi niklu.

Ni 1066
Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování slitin nikl-molybden, zvláště UNS N10665, pro svařování plátovaných stran ocelí se slitinami nikl-molybden a pro svařování slitin nikl-molybden s ocelí a s jinými slitinami na bázi niklu.

Ni 1067
Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování slitin nikl-molybden, zvláště UNS N10665 a N10675, a pro svařování slitin nikl-molybden s ocelí a s jinými slitinami na bázi niklu.

Ni 1069
Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování kombinací odlišných kovů na bázi niklu, na bázi kobaltu a na bázi železa.

Nikl-Chróm-Molybden

Ni 6002
Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování slitin nikl-chróm-molybden, zvláště UNS N06202, pro svařování plátovaných stran ocelí plátovaných slitinami nikl-chróm-molybden a svařování slitin nikl-chróm-molybden s ocelí a s jinými slitinami na bázi niklu.

Ni 6012
Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování austenitických korozivzdorných ocelí typu 6-Mo. Svary vykazují velmi dobrou odolnost důlkové korozi a korozi pod napětím v prostředích obsahujících chloridy. Nízký obsah Nb zlepšuje svařitelnost.

Ni 6022
Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování nízkouhlíkových slitin nikl-chróm-molybden, zvláště UNS N06022, pro svařování plátovaných stran ocelí plátovaných nízkouhlíkovými slitinami nikl-chróm-molybden a pro svařování nízkouhlíkových slitin nikl-chróm-molybden s ocelí a s jinými slitinami na bázi niklu.

Ni 6024
Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování duplexních korozivzdorných ocelí s austenitickoferitickou strukturou všude tam, kde jsou vyžadovány spoje s vysokou pevností a odolností proti korozi, zvláště pro spoje „superduplexních" korozivzdorných ocelí, např. UNS S32750.

Ni 6030
Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování nízkouhlíkových slitin nikl-chróm-molybden, zvláště UNS N06030, pro svařování plátovaných stran oceli plátovaných nízkouhlíkovými slitinami nikl-chróm-molybden a pro svařování nízkouhlíkových slitin nikl-chróm-molybden s ocelí a s jinými slitinami na bázi niklu.

Ni 6059
Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování nízkouhlíkových slitin nikl-chróm-molybden, zvláště UNS N06059 a chróm-nikl-molybden austenitických korozivzdorných ocelí, pro svařování plátovaných stran oceli nízkouhlíkovou slitinou nikl-chróm-molybden a pro svařování nízkouhlíkových slitin nikl-chróm-molybden s oceli a s jinými slitinami na bázi niklu.

Ni 6200,Ni 6025
Elektrody těchto klasifikací jsou používány na svary slitiny nikl-chróm-molybden-měď UNS N06200.

Ni 6275
Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování slitin nikl-chróm-molybden, zvláště UNS N10002. Jsou vhodné i pro svary uvedených slitin s ocelemi, a pro návary na ocel.

Ni 6276
Elektrody této klasifikace jsou používány na svařování slitin nikl-chróm-molybden zvláště UNS N10276, pro svařování plátované strany oceli plátované nízkouhlíkovou slitinou nikl-chróm-molybden a pro svařování nízkouhlíkových slitin nikl--chróm-molybden s ocelí a s jinými slitinami na bázi niklu.

Ni 6452, Ni 6455
Elektrody těchto klasifikací jsou používány pro svařování nízkouhlíkových slitin nikl-chróm-molybden, zvláště UNS N06455, pro svařování plátované strany oceli plátované nízkouhlíkovou slitinou nikl-chróm-molybden, a pro svařování nízkouhlíkových slitin nikl-chróm-molybden s ocelí a s jinými slitinami na bázi niklu.

Ni 6620
Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování oceli s 9 % niklu (UNS K81340) a svarový kov má hodnotu koeficientu lineární roztažnosti blízký hodnotě této oceli. Mohou být použity na střídavý proud pro zamezení foukání oblouku.

Ni 6625
Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování slitin nikl-chróm-molybden, zvláště UNS N06625, navzájem s jinými ocelemi, a pro navařování ocelí slitinami nikl-chróm-molybden a pro svařování ocelí s 9 % niklu pro kryogenní účely. Odolnost svarového kovu korozi je porovnatelná s N06625 a spoje mohou být používány až do teplot 540 °C.

Ni 6627
Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování slitin nikl-chróm-molybden austenitických korozivzdorných ocelí, duplexních korozivzdorných ocelí navzájem mezi sebou, i k jiným slitinám nikl-chróm-molybden a ostatním ocelím. Složení svarového kovu je vyrovnané tak, aby se zabránilo případnému snížení korozní odolnosti spoje v důsledku promíšení se základním kovem.

Ni 6650
Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování nízkouhlíkových slitin nikl-chróm-molybden a chróm-nikl-molybden austenitických korozivzdorných ocelí pro mimobřežní konstrukce a použití v chemickém průmyslu např. UNS N08926. Jsou také používány pro plátování a svařování heterogenních spojů např. nízkouhlíkových slitin nikl-chróm-molybden svařovaných s uhlíkovou ocelí a slitin na bázi niklu. Mohou být také používány pro svařování oceli s 9 % Ni.

Ni 6686
Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování nízkouhlíkových slitin nikl-chróm-molybden zvláště UNS N06686, pro svařování plátované strany oceli plátované s nízkouhlíkovou slitinou nikl-chróm-molybden pro svařování nízkouhlíkových slitin s ocelí a s jinými slitinami na bázi niklu.

Ni 6985
Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování nízkouhlíkových slitin nikl-chróm-molybden, zvláště UNS N06985, pro svařování plátované strany oceli plátované nízkouhlíkovou slitinou nikl-chróm-molybden, a pro svařování nízkouhlíkových slitin s ocelí a s jinými slitinami na bázi niklu.

Nikl-Chróm-Kobalt-Molybden

Ni 6617
Elektrody této klasifikace jsou používány pro svařování slitin nikl-chróm-kobalt-molybden, zvláště UNS N06617. Jsou vhodné i pro heterogenní spoje výše uvedených slitin s ocelí a k navařování ocelí mohou být také používány pro spoje různých vysokoteplotních slitin, kde je žáruvzdornost a odolnost proti opalu předepsána.

Poznámka: V době tvorby těchto tabulek existovala pouze platná norma v anglické verzi. Výše uvedené informace byly použity z poslední známé normy v českém jazyce.

DRÁTY PRO SVAŘOVÁNÍ PLAMENEM PRO LEGOVANÉ A ŽÁROPEVNÉ OCELI

Výběr z ČSN EN 12536 (05 5320)
Účinnost od 1. 5. 2001

DRÁT EN 12536- O III

Označení chemického složení drátu

Označení	Chemické složení v hmotn. %[1] [2] [3]							
	C	Si	Mn	P	S	Mo	Ni	Cr
Z	Jiné dohodnuté chemické složení							
I	0,03–0,12	0,02–0,20	0,35–0,65	0,030	0,025	–	–	
II	0,03–0,20	0,05–0,25	0,50–1,20	0,025	0,025	–	–	
III	0,05–0,15	0,05–0,25	0,05–1,25	0,020	0,020	–	0,35–0,80	–
IV	0,08–0,15	0,10–0,25	0,90–1,20	0,020	0,020	0,45–0,65	–	–
V	0,10–0,15	0,10–0,25	0,80–1,20	0,020	0,020	0,45–0,65	–	0,80–1,20
VI	0,03–0,10	0,10–0,25	0,40–0,70	0,020	0,020	0,90–1,20	–	2,00–2,20

[1]) Mo ≦ 0,3 %; Ni ≦ 0,3 %; Cr ≦ 0,15 %; Cu ≦ 0,35 %; V ≦ 0,3 %, pokud není stanoveno jinak. Celkový obsah mědi ve svarovém kovu včetně pomědění nesmí překročit 0,35 %.
[2]) Jednotlivé hodnoty v tabulce jsou hodnoty maximální.
[3]) Výsledky se zaokrouhlují na stejný počet platných míst, jaký je uveden v tabulce podle ISO 31-0: 1992, příloha B, pravidlo A.

PLYNY A JEJICH SMĚSI PRO TAVNÉ SVAŘOVACÍ A PŘÍBUZNÉ PROCESY

Výběr z ČSN EN ISO 14175 (05 2510)
Účinnost od 1. 10. 2009

Skupina R – redukční plyny
Jsou určeny především pro TIG, řezání a svařování plazmou, svařování s kořenem chráněným plynem.

Označení	ID číslo	Složky v obj. %	
		Inertní Ar	Redukční H_2
R	1	Zbytek*)	> 0 až 15
R	2	Zbytek*)	>15 až 35

Skupina M a C – oxidační plyny
Jsou určeny především pro svařování metodou MAG.

Skupina M1 – slabě oxidační

Označení	ID číslo	Složky v obj. %			
		Oxidační		Inertní	
		CO_2	O_2	Ar	He
M1	1	>0 až 5		Zbytek*)	>0 až 5
M1	2	>0 až 5		Zbytek*)	
M1	3		>0 až 3	Zbytek*)	
M1	4	>0 až 5	>0 až 3	Zbytek*)	

Skupina I – interní plyny
Jsou určeny především pro MIG, TIG, svařování plazmou, svařování s kořenem chráněným plynem.

Označení	ID číslo	Složky v obj. %	
		Inertní	
		Ar	He
I	1	100	
I	2		100
I	3	Zbytek	>15 až 95

Skupina M2 a M3 – výrazněji oxidační

Označení	ID číslo	Složky v obj. %		
		Oxidační		Inertní
		CO_2	O_2	Ar
M2	1	> 5 až 25		Zbytek*)
M2	2		> 3 až 10	Zbytek*)
M2	3	> 0 až 5	> 3 až 10	Zbytek*)
M2	4	> 0 až 25	> 0 až 8	Zbytek*)
M3	1	>25 až 50		Zbytek*)
M3	2	>10 až 15		Zbytek*)
M3	3	> 5 až 50	> 8 až 15	Zbytek*)

*) Ar lze nahradit až do 95 % He. Obsah He je v takovém případě charakterizován doplňkovým identifikačním číslem (viz tabulka), které je připojeno v závorkách v zadu.

Ochranný plyn ISO 14175 – M21 (l) ...plynná směs M21 obsahující 25 % He.

Identifikační čísla plynů skupiny R aM obsahující helium (He)

ID číslo	Obsah He v obj. %
(1)	> 0 až 33
(2)	>33 až 66
(3)	>66 až 95

Skupina C – silně oxidační

Označení	ID číslo	Složky v obj. %	
		Oxidační	
		CO_2	O_2
C	1	100	
C	2	Zbytek	>0 až 30

Skupina F – nereagující nebo redukční plyny
Jsou určeny pro řezání plazmou, svařování s kořenem chráněným plazmou

Označení	ID číslo	Složky v obj. %	
		Redukční	nereagující
		H_2	N_2
F	1		100
F	2	>0 až 50	Zbytek

Poznámka
Pokud jsou některé ze skupin v tabulkách obsaženy složky neuvedené v seznamu, jedná se o speciální plynnou směs označenou písmenem S. Po označení S následuje značka základního plynu nebo plynné směsi podle výše uvedených tabulek, chemické značky doplňkových plynných složek a údaj o jejich koncentraci v obj. %.

S (označení) + % chemická značka

Vlastnosti plynů

Druh plynu	Chemická značka	Hustota (kg/m³)	Relat. hustota	Bod varu	Reaktivita při svařování
		(vzduch 1,293 kg/m³)	(ve vztahu ke vzduchu)	°C	
		Složky v obj. %			
Argon	Ar	1,784	1,300	-185,9	Interní
Helium	He	0,178	0,138	-268,9	Interní
Oxid uhličitý	CO_2	1,977	1,529	-78,5[a])	Oxidační
Kyslík	O_2	1,429	1,105	-183,0	Oxidační
Dusík	N_2	1,251	0,968	-195,8	Nereagující[b])
Vodík	H_2	0,090	0,070	-252,8	Redukční

[a]) Teplota sublimace (teplota přechodu z pevného skupenství do plynného)
[b]) Chování dusíku je rozdílné podle povahy svařovaného materiálu.

Svařitelnost litiny – praktická doporučení

Litiny rozdělujeme na litiny bílé a grafitické, podle toho, jak probíhá jejich krystalizace. Bílé litiny krystalizují v soustavě nestabilní za vzniku cementitu ve výsledné struktuře. Grafitické litiny krystalizují v soustavě stabilní a struktura je vedle feritu tvořena grafitem.

Velký vliv na konečnou podobu krystalizace bude mít rychlost ochlazování pro udržení/neudržení stabilních/metastabilních podmínek krystalizace, dále příp. přítomnost prvků podporujících vznik karbidu železa Fe_3C, (Mn a Cr) resp. příp. přítomnost prvků podporujících grafitizaci (Si, Ni), či podpora grafitizace očkováním nebo modifikováním. Při svařování bez předehřevu nebo při malém předehřevu jsou rychlosti ochlazování natolik vysoké, že téměř vždy podporují vznik cementitu. Dalším nepříznivým faktem při svařování litin je, že litina při tuhnutí zmenšuje svůj objem, což vede vždy ke vzniku pnutí či vadám makrostruktury (lunkry). Při svařování litiny tedy vždy hrozí nebezpečí vzniku trhlin ve svarovém kovu, TOO i v základním materiálu. K tomu přispívá i nízká tepelná vodivost litin, která způsobuje pomalý odvod tepla z místa svaru a tím ostré teplotní přechody. Litiny se při tavení chovají jinak než oceli, nepřecházejí tzv. těstovitým stavem, ale přecházejí náhle z pevného stavu do kapalného a naopak. Tato vlastnost předurčuje svařování litin převážně v poloze vodorovné shora (PA dle ČSN ISO 6947).

Zvládnutí vzniku volného cementitu ve struktuře na straně jedné a omezení zbytkových pnutí na straně druhé vždy předurčuje výsledek svařování.

V praxi se často setkáváme s problémem určení druhu litiny, a to v případech, kdy z nějakých důvodů nemůžeme realizovat chemický rozbor s příslušnými zkouškami mikrostruktury a příslušná dokumentace chybí. V takové situaci se musíme řídit orientačními pravidly:

		Bílá litina	**Šedá litina**	**Temperovaná litina**
	Lom	Jemné stříbrobílé krystalky, nešpiní prsty	Tmavošedé krystalky, špiní prsty Tvárná litina: Světlešedý	Feritická: šedočerný Perlitická: Kovově lesklý
Vzhled lomu	Neobrobený Obrobený	Tmavošedý Broušený	Černošedý Hladký světlešedý	Tmavošedý Hladký světlešedý
Zkouška sekáním	Tříska Vzhled třísky Velikost třísky Obtížnost	Křehká, láme se bez ohybu Rozdrobená – Pracné, prakticky nelze	Láme se bez ohybu Rozdrobená, hladký povrch cca 2–3 mm Malá snadno se seká	Mírně se ohýbá Neláme se tak snadno cca 6–10 mm Větší, je houževnatá
Zkouška hořákem	Barva během ohřevu Barva tavné lázně Chování tavné lázně Vzhled strusky Působení plamene na tavnou lázeň	Tmavě červená až rudá Rudě bílá Tekutá Střední vrstva strusky Bez jisker	Tmavě červená až rudá Rudě bílá Tekutá Hustá vrstva strusky Bez jisker	Tmavě červená až rudá Pískově žlutá Tekutá Střední vrstva strusky Vaří se a kypí, srší jiskrami
Jiskrová zkouška	Délka svazku jisker Barva jisker Chvost Vzhled svazku	cca 500 mm Rudá až pískově žlutá Velmi malý Malé a pravidelné zakončení svazku	cca 600 mm Rudá až pískově žlutá Malý Velké rozvětvení paprsků	cca 750 mm Pískově žlutá Omezený Dlouhé jiskry s drobným rozvětvením

A. Bílé litiny

Bílé litiny krystalizují dle metastabilní soustavy, což vede ke vzniku cementitu ve výsledné struktuře. Cementit je velmi tvrdý a křehký a činí bílou litinu prakticky nesvařitelnou. Protože se však bílá litina používá hlavně jako výchozí materiál pro výrobu oceli či temperované litiny, je potřeba svařování bílé litiny z praktického hlediska zanedbatelná.

B. Grafitické litiny

Grafitické litiny krystalizují dle stabilní soustavy za vzniku grafitu ve výsledné struktuře. Struktura grafitických litin je tvořena základní kovovou matricí, ve které je uložen grafit. Rozložení a tvar grafitu zásadním způsobem určuje vlastnosti grafitické litiny. Protože grafit v kovové matrici způsobuje snížení nosného průřezu, je jasné, že největší vrubový účinek má tvar lupínkový, nejmenší naopak tvar zrnitý.

1. ŠEDÁ LITINA

Její struktura je tvořena grafitem ve tvaru lupínků či růžic (lupínkový grafit). Má nízkou tažnost a houževnatost, nesnáší deformace a tepelná pnutí. Její pevnost v ohybu je zhruba dvojnásobná než pevnost v tahu. Nejlépe snáší namáhání tlakem, pevnost v tlaku je až čtyřikrát vyšší než pevnost v tahu. Charakteristická mez pevnosti v tahu šedých litin je v rozmezí 100–350 MPa.

Přesto, že šedá litina obsahuje stejné prvky jako ocel, jsou její vlastnosti a chování podstatně jiné. Je to způsobeno vyšším obsahem uhlíku, křemíku a dalších prvků (P, S).

Tab. 1 Orientační porovnání obsahů prvků v oceli a v šedé litině

	Ocel	Šedá litina
C hm%	0,15	2,5–3,0
Mn hm%	0,7	0,5–1,0
Si hm%	0,2	1,7–2,5
P hm%	0,035	0,2–0,6
S hm%	0,04	max. 0,15
Fe hm%	zbytek	zbytek

Jak bylo zmíněno, šedá litina nesnáší tepelná pnutí. Tenká tyč ze šedé litiny je poměrně dobře svařitelná různými způsoby, protože se může volně smršťovat. Avšak čím větší nebo členitější odlitek, tím bude hůře odolávat tepelným pnutím. Např. litinová deska ohřátá uprostřed většinou praskne.

Velmi špatně se svařují odlitky, které byly vystaveny dlouhodobě vysoké teplotě, zejména na otevřeném ohni (tzv. spálená litina). Při navařování housenky se nevytvoří tavná lázeň, kuličky roztaveného přídavného materiálu se koulí po povrchu a nespojí se se základním materiálem.

Jak odhadnout svařitelnost šedé litiny

Pro uspokojivý výsledek svařování je nutné alespoň předem odhadnout svařitelnost šedé litiny. V praxi při opravách zejména starších odlitků zpravidla není k dispozici dokumentace ohledně použitého materiálu a chemický rozbor většinou není možné dělat z časových či finančních důvodů. Proto je nezbytné k neznámému odlitku přistupovat intuitivně a řídit se dle následujících orientačních bodů:

	Svařitelnost dobrá	Svařitelnost obtížná
Vzhled lomu	Jemnozrnný čistý a pravidelný lom	Hrubozrnný lom s velkými vločkami grafitu či dokonce s póry
Barva lomu	Světle šedá	Tmavě šedá až černá
Zkouška sekáním	Tříska se sbaluje	Tříska se drobí
Zkouška poklepem	Kovově zvoní, vyšší tón	Zvoní dutě

Zkouška návarem	Roztavené kapky přídavného materiálu dobře smáčí základní materiál a tvoří tavnou lázeň	Kapky se koulejí po základním materiálu, nedochází k vytvoření tavné lázně
Vzhled návaru	Jemnozrnný povrch	Pórovitý hrubozrnný povrch
Barva tavné lázně	Tmavě červená	Ostře bílá
Výbrus	Jemně a pravidelně rozdělený grafit	Nepravidelné shluky grafitu

2. TVÁRNÁ LITINA

Strukturu tvárné litiny *perlitické* obsahuje jemný ferit, cementit a nedokonale až dokonale zrnitý tvar grafitu, který se získá modifikováním litiny Mg a Ce. Zrnitý tvar grafitu předurčuje příznivější mechanické vlastnosti tvárné litiny, která má mez pevnosti cca 350 MPa (feritická litina) resp. 900 MPa (perlitická litina) a tažnost od 17 do 2%.

Tvárná litina *feritická* vznikne žíháním tvárné litiny perlitické, kdy dochází k rozpadu cementitu Fe_3C v zrnitý grafit v kovové feritické matrici. Tvárná feritická litina je litina s maximální houževnatostí a tvárností.

Tvárná litina má svařitelnost obtížnou. Je to způsobeno tím, že při svařování dochází k vypalování hořčíku Mg a v místě svaru vzniká šedá litina, která má horší mechanické vlastnosti. Tak dochází ke zkřehnutí a ke ztvrdnutí přechodového pásma.

3. TEMPEROVANÁ LITINA

Temperování je dlouhodobé vysokoteplotní žíhání bílé litiny za účelem odstranění cementitu jeho rozkladem na ferit a grafit. Podle podmínek žíhání (oduhličení nebo grafitizace) se získá temperovaná litina s bílým lomem, temperovaná litina s černým lomem nebo temperovaná litina perlitická.

Temperovaná litina *s bílým lomem* vzniká dlouhodobým vysokoteplotním žíhání v oxidačním prostředí. Tak dochází souběžně ke grafitizaci a oxidaci uhlíku na CO a tím k oduhličení bílé litiny. Struktura takové litiny je čistě feritická, úplného oduhličení lze dosáhnout u odlitků s tloušťkou stěny do cca 6 mm za dobu cca 60 hodin.

Temperovaná litina *s černým lomem* vzniká žíháním bílé litiny v neutrálním prostředí. V první fázi probíhá grafitizace ledeburitického cementitu a v druhé fázi grafitizace perlitického cementitu. Výsledná struktura se skládá z feritické matrice a temperovaného vločkového grafitu.

Temperovaná litina *perlitická* vzniká žíháním bílé litiny v neutrálním prostředí, kdy v první fázi dochází k rozpadu ledeburitického cementitu, následuje poměrně rychlé ochlazení za vzniku perlitického cementitu. Výsledná struktura je tvořena tedy feritem a perlitem.

Rozhodující vliv na svařitelnost temperované litiny má množství feritu nebo perlitu v její struktuře. U perlitické litiny lze dosáhnout oduhličení až do hloubky 8 mm a svařitelnost je potom dobrá. S přibývající tloušťkou přibývá uhlíku a svařitelnost je obtížná. Hlavní příčinou obtížnosti svařování je vznik tvrdých a přechodových pásem, ve kterých vznikají trhliny. Tato pásma vznikají ohřátím litiny nad 900 °C, čímž se ruší vliv temperování a při následném chladnutí vzniká opět bílá litina.

U temperované litiny se nejčastěji používá pájení měkkou i tvrdou pájkou.

VOLBA PŘÍDAVNÝCH MATERIÁLŮ

Volba přídavných materiálů se striktně řídí použitím daného odlitku. Přídavné materiály pro svařování litin rozlišujeme do dvou skupin, podle toho, zda je svarový kov stejného charakteru jako základní materiál (litina), nebo zda má svarový kov jiný charakter než základní materiál (Cu, Ni).

Pro první případ se používají litinové tyčinky někdy speciálně odlité pro danou svařovanou litinu.

V druhém případě se používají materiály na bázi slitin mědi a niklu se železem v různých poměrech.

Technologické postupy svařování litiny

- Svařování za tepla, kdy je odlitek předehříván na teplotu 500–650°C
- Svařování za polotepla, kdy je odlitek předehříván na teplotu 250–450°C
- Svařování za studena, kdy by neměla teplota v místě svaru přesáhnout 75°C

Metody svařování litin

- Svařování plamenem
- Svařování el. obloukem obalenou elektrodou nebo litou tyčinkou

- Svařování uhlíkovou elektrodou a litou tyčinkou
- Svařování metodou WIG
- Pájení plamenem

SVAŘOVÁNÍ ŠEDÉ LITINY

1. Příprava svarových ploch

Vadné místo na odlitku je zapotřebí řádně očistit, tzn. zbavit veškerých zbytků písku, rzi a organických látek, popř. odstranit vrstvy nasycenou dusíkem, nachromované plochy, křemíkové plochy apod.

Obzvláště při svařování za studena je nutné součást důkladně odmastit, nejlépe vyvařením v odmašťovacím prostředku.

Svařovaný odlitek může být napaden také chemickou korozí. V tomto případě musíme napadenou povrchovou vrstvu odstranit. Litina vystavená delší dobu vysokým teplotám je prakticky nesvařitelná a spálený povrch není možné odstranit v dostatečné hloubce.

Zjišťování rozsahu poškození

Při vzniku trhlin na odlitku můžou mít tyto trhliny rozdílný tvar, rozsah a umístění. Bývají většinou patrné pouhým okem, avšak u větvených trhlin musíme pro zajištění celého rozsahu trhliny použít některou z nedestrukčních zkoušek, nejčastěji prášková magnetickou nebo penetrační.

Poté, kdy je trhlina řádně označena, provádí se její úprava pro svařování. Konce trhliny se odvrtají. Tím se zamezí další šíření trhliny. Dále se odvrtané konce spojí, dle možností řadou vyvrtaných otvorů, frézováním, vydrážkováním či vysekáním. Odvrtaný konec trhliny se buďto zcela zavaří, nebo se při méně důležitých opravách tzv. zazátkuje. Vhodný je plynulý výběh za odvrtanou dírou až k povrchu odlitku.

Při úpravě trhliny drážkováním je třeba počítat se vznikem bílé litiny ve vrstvě 1-2 mm, která znesnadňuje vlastní svařování. Drážkování tedy použijeme pouze v případě, kdy je svařované místo nedostupné pro běžné způsoby třískového obrábění. V tomto případě musí být konce trhliny opatřeny stehovým svarem, nejlépe je ovšem opět odvrtat.

V některých případech se trhlina stáhne příčnými stehy, přičemž se využívá zmenšování objemu chladnoucího kovu. Takový steh může udržen tlak vody až 3 atm.

Volba úkosů

Při svařování větších tlouštěk se svarové hrany úkosují. Tvar úkosů se volí takový, aby zaručoval dobrou přístupnost. Tvar úkosu záleží hlavně na použité technologii. Při svařování větších tlouštěk se používá V-tvar s úhlem rozevření 90°, popř. V-tvar se zvětšenou smáčecí plochou a úhlem rozevření asi 70°.

Je-li přístupná také odvrácená strana odlitku, používá se X-tvar s úhlem rozevření asi 60°.

Materiály tlouštěk do 3–4 mm se neúkosují.

2. Svařování šedé litiny

Šedou litinu svařujeme za tepla, přičemž jako přídavného materiálu používáme odlitou tyčinku s vyšším obsahem Si, který spolu s pomalým ochlazováním způsobí vznik jemného grafitu. Při rychlém ochlazení naopak vzniká bílá litina v souladu s metastabilní soustavou, která je velmi tvrdá a křehká.

Při svařování šedé litiny za studena používáme jako přídavného materiálu slitiny na bázi niklu a mědi. Tyto prvky působí grafitotvorně, takže svarový kov krystalizuje opět jako šedá litina. Avšak pásmo přehřátí v TOO krystalizuje nestabilně jako bílá litina.

POZNÁMKY:

Navštivte naše internetové stránky:
www.albra.cz

Objednávky zasílejte na e-mail:
uvaly@albra.cz

OBRÁBĚNÍ

KLASIFIKACE A POUŽITÍ TVRDÝCH ŘEZNÝCH MATERIÁLŮ K OBRÁBĚNÍ KOVŮ S URČENOU ŘEZNOU HRANOU – OZNAČOVÁNÍ SKUPIN A PODSKUPIN POUŽITÍ

Výběr z ČSN ISO 513
(22 0801)
Účinnost od 1. 8. 2015

Tato mezinárodní norma specifikuje klasifikaci a použití tvrdých řezných materiálů včetně tvrdokovů, keramiky, diamantu a nitridu bóru pro třískové obrábění a stanovuje jejich použití.
Neplatí pro jiná použití (důlní a jiné nárazové nástroje, průvlaky na tažení drátu, nástroje protváření kovů a doteky měřidel atd.).

Označení

Označení skupin použití tvrdých řezných materiálů zahrnuje písmena v souladu s tabulkami 1 až 4, následované pomlčkou a označením skupiny třískového obrábění a podskupiny použití.

Příklady: HW–P10, HC–K20, CA–K10

Tabulka 1 Karbidy

Identifikační písmena	Skupina materiálu
HW	Nepovlakovaný karbid, obsahující hlavně karbid wolframu (WC) se zrnem velikosti ≥ 1 μm
HF	Nepovlakovaný karbid, obsahující hlavně karbid wolframu (WC) se zrnem velikosti < 1 μm
HT[a)]	Nepovlakovaný karbid, obsahující hlavně TiC nebo TiN nebo oboje
HC	Karbidy výše uvedené, ale povlakované
[a)] Tyto druhy se také nazývají „cermety“	

Tabulka 2 Keramika

Identifikační písmena	Skupina materiálu
CA	Keramika, obsahující hlavně Al_2O_3
CR	Keramika, obsahující hlavně Al_2O_3, vyztužené
CM	Smíšená keramika, obsahující hlavně Al_2O_3 plus složky jiné než oxidy
CN	Keramika nitridu křemíku, obsahující hlavně Si_3N_4
CC	Keramiky výše uvedené, ale povlakované

Tabulka 3 Diamant

Identifikační písmena	Skupina materiálu
DM	Monokrystalický diamant
DD	Polykrystalický diamant bez tmelu
DP	Polykrystalický diamant s tmelem

Tabulka 4 Nitrid bóru

Identifikační písmena	Skupina materiálu
BL	Kubický krystalický nitrid bóru s nízkým obsahem kubického nitridu bóru
BH	Kubický krystalický nitrid bóru s vysokým obsahem kubického nitridu bóru
BC	Kubické krystalické nitridy bóru výše uvedené, ale povlakované

Tabulka 5 Použití a klasifikace tvrdých řezných materiálů

Skupiny použití			Podskupiny použití			
Identifikační písmeno	**Identifikační barva**	**Obráběný materiál**	**Tvrdé řezné materiály**		–	
P	modrá	**Ocel:** všechny druhy oceli a lité oceli, vyjma korozivzdorné oceli s austenitickou strukturou	P01 P10 P20 P30 P40 P50	P05 P15 P25 P35 P45	↑[a]	↓[b]
M	žlutá	**Korozivzdorná ocel:** korozivzdorná austenitická a austenitickoferitická ocel a litá ocel	M01 M10 M20 M30 M40	M05 M15 M25 M35	↑[a]	↓[b]
K	červená	**Litina:** šedá litina, tvárná litina, temperovaná litina	K01 K10 K20 K30 K40	K05 K15 K25 K35	↑[a]	↓[b]
N	zelená	**Neželezné kovy:** hliník a ostatní neželezné kovy, nekovové materiály	N01 N10 N20 N30	N05 N15 N25	↑[a]	↓[b]
S	hnědá	**Superslitiny a titan:** žáruvzdorné speciální slitiny na základě železa, niklu a kobaltu, titanu a titanové slitiny	S01 S10 S20 S30	S05 S15 S25	↑[a]	↓[b]
H	šedá	**Tvrdé materiály:** kalená ocel, kalené litinové materiály, tvrzená litina	H01 H10 H20 H30	H05 H15 H25	↑[a]	↓[b]

[a] Zvyšování rychlosti, zvyšování otěruvzdornosti řezného materiálu (viz tabulku 6).
[b] Zvyšování posuvu, zvašování houževnatosti řezného materiálu (viz tabulku 6).

Tabulka 6 Oblast použití grafu

Otěruvzdornost ↔ Houževnatost											
	01	05	10	15	20	25	30	35	40	45	50
P											
M										x	x
K										x	x
N								x	x	x	x
S								x	x	x	x
H								x	x	x	x

Skupiny použití

Existuje šest skupin použití (viz tabulku 5). Ty jsou rozděleny v souladu s různými materiály obrobků, které jsou obráběny. Jsou identifikovány velkými písmeny a identifikační barvou.

Podskupiny použití

Každá skupina použití je rozdělena do podskupin použití. Podskupiny použití jsou označeny písmenem skupiny a klasifikačním číslem.

Výrobci řezných materiálů řadí ve správném pořadí jejich stupně do systému skupiny použití v souladu s telativní otěruvzdorností a stuněm houževnatosti (viz tabulku 6).

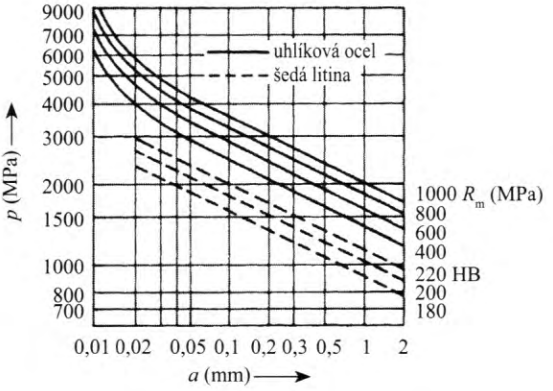
Tabulka 6 zobrazuje, že v souladu s touto mezinárodní normou pouze „P" stupně jsou používány v podmínkách dostatečně složitého a odůvodněného opotřebení/houževnatosti klasifikačních čísel 45 a 50. „M" a „K" stupně mohou mít klasifikační čísla nad 40 a zbývajícím skupinám (N, S a H) mohou být přidělena opotřebení/houževnatosti klasifikační čísla ne větší než 30. Výrobci mohou přiřadit libovolný dostupný kód ke specifikaci materiálu řezného nástroje s kvalifikovaným složením.

Poznámka

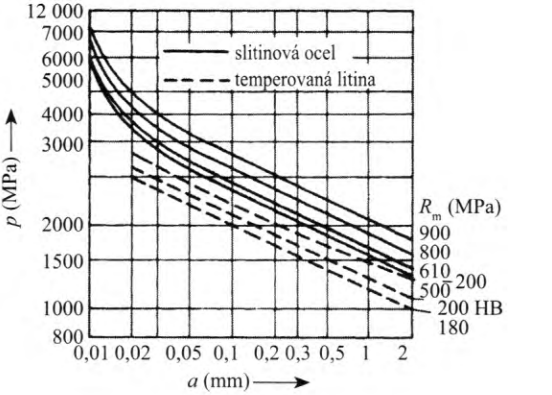
Skupina použití není stejná jako stupeň řezného materiálu. Stupně od různých výrobců, které jsou ve stejné skupině použití, mohou být rozdílné, pokud jde o rozsah aplikací a úrovně vlastností. V rámci skupiny použití označení (např. „P01") není stejné se stupněm řezného materiálu. Stupně od různých výrobců se stejným označením v rámci skupiny použití mohou být rozdílné, pokud jde o složení, vlastnosti, rozsah aplikací a úroveň vlastností. Tato mezinárodní norma tedy neposkytuje data pro stupeň srovnávací tabulky.

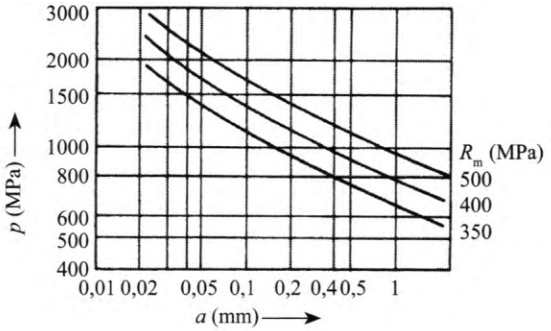
Závislost měrné řezné síly na materiálu obrobku a na tloušťce třísky a

Uhlíková ocel a šedá litina



Slitinová ocel a temperovaná litina





Hospodářská přesnost a drsnost povrchů obrobených, válcových ploch

Druh plochy		Přesnost rozměrů (stupeň přesnosti) IT		Drsnost povrchu obrobené plochy *Ra* (μm)	
		střední hospodárná	dosahovaný rozsah	střední hospodárná	dosahovaný rozsah
Vedlejší válcové plochy	soustružení				
	hrubování	13	11 až 14	12,5	12,5 až 100
	načisto	10	9 až 11	3,2	1,6 až 12,5
	jemné slinutými karbidy	8	7 až 9	0,8	0,4 až 1,6
	jemné diamantem	6	5 až 7	0,4	0,2 až 0,8
	broušení				
	hrubování čelem			3.2	0,8 až 6,3
	obvodem	10	9 až 11	1,6	
	načisto čelem	6	5 až 7	0,8	0,2 až 1,6
	obvodem			0,4	
	jemné	4	3 až 5	0,2	0,025 až 0,4
	lapování				
	normální	4	3 až 4	0,1	0,05 až 0,2
	jemné	2	1 až 2	0,025	0,012 až 0,05
	superfinišování				
	načisto	4	3 až 5	0,1	0,05 až 0, 2
	jemné	3	2 až 4	0,025	0,012 až 0,005
	soustružení na revolverech a automatech načisto	9	8 až 10	1,6	0,8 až 6,3

Pokračování

Pokračování

Druh plochy		Přesnost rozměrů (stupeň přesnosti) IT		Drsnost povrchu obrobené plochy *Ra* (μm)	
		střední hospodárná	dosahovaný rozsah	střední hospodárná	dosahovaný rozsah
Díry	vrtání šroubovitými vrtáky				
	bez vedení	13	12 až 14	6,3	-
	s vedením	12	10 až 13	3,2	-
	soustružení nožem				
	hrubování	12	12 až 13	25	12,5 až 50
	načisto	10	9 až 12	3,2	1,6 až 12,5
	vyvrtávání na vyvrtávacím stroji				
	hrubování	12	11 až 14	25	12,5 až 50
	načisto	10	9 až 11	3,2	1,6 až 6,3
	jemné slinutými karbidy	6	5 až 8	0,8	0,4 až 1,6
	jemné diamantem	5	4 až 7	0,4	0,2 až 0,8
	vyhrubování	9	9 až 11	3,2	
	vystružování				
	ručně	6	6 až 8	1,6	
	strojně	8	7 až 9	0,8	
	broušení				
	nahrubo	9	9 až 11	1,6	1,6 až 3,2
	načisto	7	5 až 7	0,8	0,4 až 1,6
	jemné	5	3 až 6	0,2	0,05 až 0,4
	honování				
	předběžné	7	6 až 8	0,4 až 0,8	02 až 0,8
	dokončovací	6	5 až 7	0,2	0,1 až 0,2
	jemné	4	3 až 5	0,1	0,005 až 0,1
	lapování				
	načisto	4	3 až 5	0,2	0,1 až 0,8
	jemné	3	1 až 3	0,025	0,012 až 0,05
	protahování				
	hrubování	8	7 až 8	1,6	0,8 až 3,2
	načisto	7	5 až 7	0,4	0,1 až 0,8
	zahlubování				
	hrubování	12	11 až 14		
	načisto	9	7 až 10		

Hospodárná přesnost a drsnost povrchů obrobených rovinných ploch

Druh plochy	Způsob obrábění	Přesnost rozměrů (stupeň přesnosti) IT		Drsnost povrchu obrobené plochy *Ra* (μm)	
		střední hospodárná	dosahovaný rozsah	střední hospodárná	dosahovaný rozsah
Rovinné plochy	hoblování				
	hrubování 300 mm	12	12 až 13	50	25 až 100
	1 200 mm	13	12 až 14	50	25 až 100
	načisto 300 mm	10	9 až 11	6,3	3,2 až 12,5
	1 200 mm	11	9 až 12	6,3	3,2 až 12,5
	jemné (široký nůž)	9	7 až 10	1,6	0,8 až 1,6
	frézování				
	válcovou frézou,				
	hrubování do 300 mm	12	10 až 13	25	12,5 až 50
	hrubování do 1 200 mm	13	11 až 13	25	12,5 až 50
	válcovou frézou,				
	načisto do 300 mm	10	9 až 11	3,2	1,6 až 6,3
	načisto do 1 200 mm	11	9 až 12	3,2	1,6 až 6,3
	frézovací hlavou,				
	hrubování do 300 mm	11	10 až 13	25	12,5 až 50
	hrubování do 1 200 mm	12	11 až 13	25	12,5 až 50
	frézovací hlavou,				
	načisto do 300 mm	9	8 až 10	3,2	0,8 až 6,3
	načisto do 1 200 mm	10	8 až 11	3,2	0,8 až 6,3
	jemné frézování,				
	nástroj SK	6	5 až 7	0,8	0,4 až 1,6
	broušení				
	nahrubo	10	9 až 11	1,6	1,6 až 3,2
	načisto	7	5 až 7	0,8	0,4 až 1,6
	jemné	5	3 až 6	0,2	0,025 až 0,4
	lapování				
	načisto	4	3 až 5	0,2	0,1 až 0,4
	jemné	3	1 až 3	0,025	0,012 5 až 0,05
	leštění			0,1	0,012 5 až 0,2
	zaškrabávání			0,4	0,2 až 0,8
	protahování				
	hrubování	8	7 až 9	1,6	0,8 až 3,2
	načisto s kalenými zuby	7	5 až 7	0,4	0,1 až 0,8

Drsnost povrchu při tváření a odlévání R_m (μm)

Kování zatepla	50 až 6,3
Kování zastudena	12,5 až 1,6
Válcování zatepla	50 až 3,2
Válcování zastudena	3,2 až 0,4

Lití do kokil	12,5 až 3,2
Lití do písku	50 až 6,3
Tlakové lití	12,5 až 1,6
Přesné lití	12,5 až 3,2

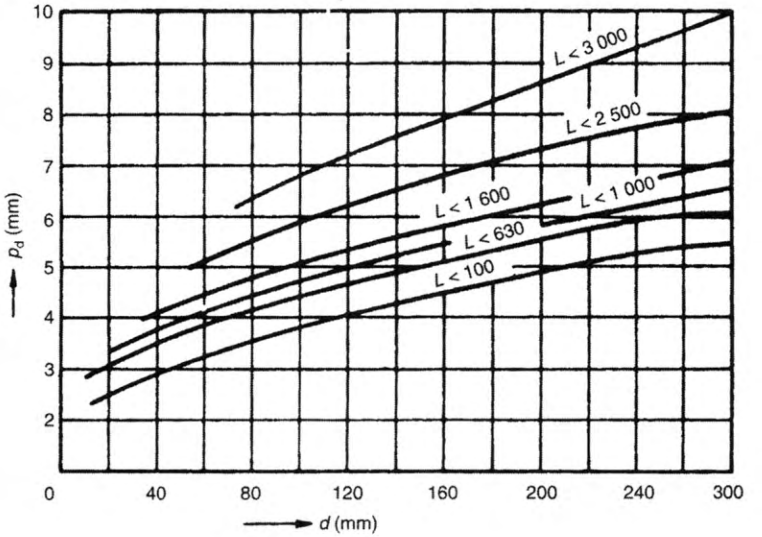
Vztah mezi drsností povrchu *Ra* a stupněm přesnosti

Rozsah rozměrů (mm)		Stupeň přesnosti							
		IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12
od	do	Drsnost R_a (μm)							
1	3	0,2	0,4	0,4	0,8	1,6	3,2	3,2	6,3
3	6								
6	10	0,4		0,8	1,6	3,2		6,3	
10	18		0,8				6,3		12,5
18	30	0,8		1,6	3,2			12,5	
30	50		1,6	3,2	6,3	6,3	12,5	25	25
50	80	1,6							
80	120								
120	180								
180	250								
250	315								
315	400								

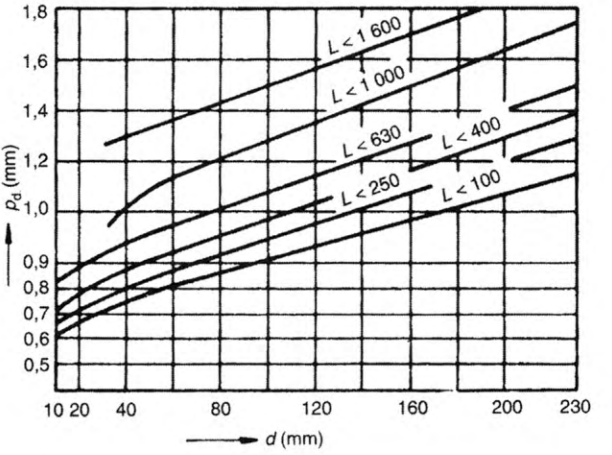
PŘÍDAVKY NA OBRÁBĚNÍ

Přídavky pro soustružení předem obrobených ploch (povrch bez kůry) – informativní hodnoty
hrubování, načisto
d – soustružený průměr, L – délka součásti, p_d – přídavek na průměr

Hrubování

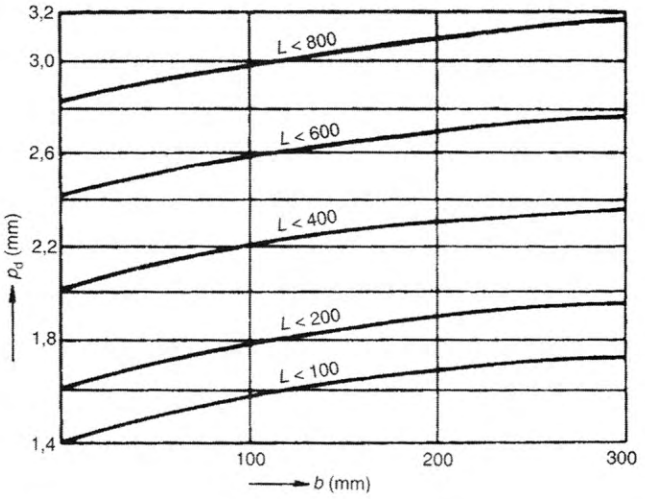


Načisto

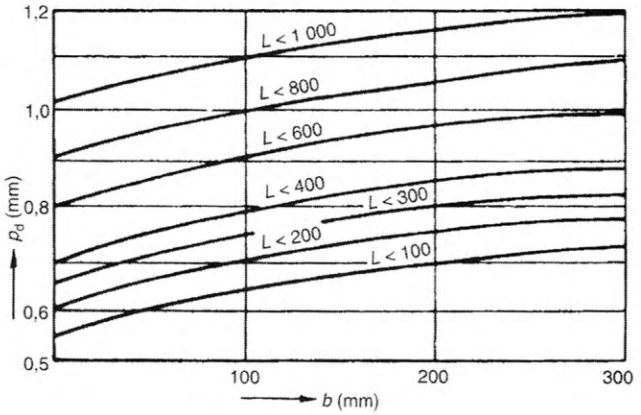


Přídavky pro frézování a hoblování předem obrobených (povrch bez kůry) rovinných ploch.

Hrubování



Načisto



Přídavky na broušení rovinných ploch

L (mm)			do 100			do 200			do 400		
H (mm) do	R_a (μm)	B (mm)	a	b	ei	a	b	ei	a	b	ei
18	6,3 12,5	do 100 do 200 nad 200	0,20	0,25	−0,10	0,25 0,30	0,30 0,35	−0,10 −0,12	0,30 0,40 0,45	0,35 0,45 0,50	−0,12 −0,16 −0,18
80	6,3 12,5	do 100 do 200 nad 200	0,25	0,30	−0,12	0,30 0,35	0,35 0,40	−0,12 −0,14	0,40 0,45 0,50	0,45 0,50 0,55	−0,16 −0,18 −0,20
250	6,3 12,5	do 100 do 200 nad 200	0,30	0,35	−0,16	0,35 0,40	0,40 0,45	−0,16 −0,18	0,45 0,50 0,55	0,50 0,55 0,60	−0,20 −0,22 −0,25
500	6,3	do 100 do 200 nad 200	0,35	0,40	−0,18	0,40 0,45	0,45 0,50	−0,18 −0,20	0,50 0,55 0,60	0,55 0,60 0,65	−0,22 −0,26 −0,25

H – tloušťka obrobku, $L(B)$ – celková délka (šířka) broušení

Přídavky na broušení vnějších rotačních ploch

L (mm)		do 100			do 250			do 500			Na čisto
D (mm) do	R_a (μm)	Hrubování									
		a	b	ei	a	b	ei	a	b	ei	
10	3,2	0,18	0,23	−0,06	0,28	0,33	−0,10	0,28	0,38	−0,10	0,02
18		0,23	0,28	−0,08	0,28	0,38	−0,10	0,33	0,43	−0,10	0,02
30		0,27	0,32	−0,10	0,32	0,42	−0,10	0,32	0,47	−0,10	0,03
50		0,27	0,37	−0,10	0,37	0,47	−0,10	0,37	0,52	−0,10	0,03
80		0,32	0,42	−0,12	0,37	0,52	−0,12	0,42	0,52	−0,12	0,03
120	6,3	0,36	0,46	−0,14	0,41	0,56	−0,14	0,46	0,56	−0,14	0,04
180		0,41	0,51	−0,16	0,46	0,61	−0,16	0,46	0,61	−0,16	0,04
250		0,45	0,55	−0,18	0,50	0,65	−0,18	0,50	0,65	−0,18	0,05
355		0,55	0,65	−0,22	0,60	0,70	−0,22	0,60	0,70	−0,22	0,05
500		0,54	0,64	−0,22	0,59	0,74	−0,25	0,59	0,74	−0,25	0,06

a – tepelně nezpracováno, b – tepelně zpracováno
ei – dolní úchylka operačního směru, horní je vždy 0

Přídavky na honování – kusová výroba

Materiál	Přídavek na průměr (mm)	Materiál	Přídavek na průměr (mm)
Litina Konstrukční žíhaná ocel	0,06 až 0,15	Neželezné kovy lehké	0,05 až 0,1
Kalená ocel Chromová ocel	0,03 až 0,08	Neželezné kovy těžké	0,04 až 0,08
Slitutý karbid	0,1 až 0,3	Sklo	0,05 až 0,1
Spékaný kov	0,1 až 0,2	Plasty	0,08

Menší přídavky pro menší průměry

Přídavky na lapování

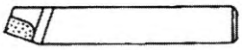
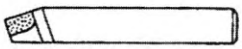
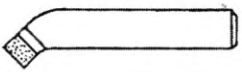
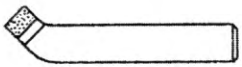
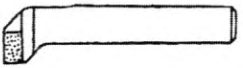
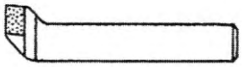
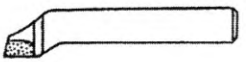
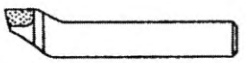
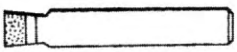
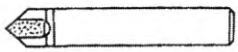
Předchozí operace	Přídavek na průměr (mm)
Broušení	0,05 až 0,03
Soustružení	0,1 až 0,3
Protlačování	0,03

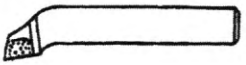
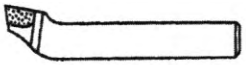
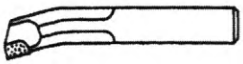
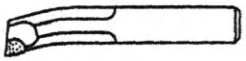
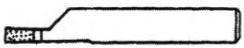
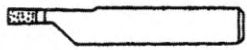
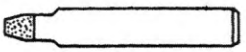
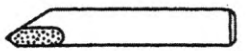
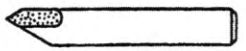
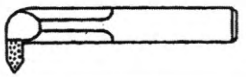
SOUSTRUŽENÍ

NOŽE S PÁJENÝMI BŘITOVÝMI DESTIČKAMI ZE SLINUTÝCH KARBIDŮ

Norma ČSN zrušena bez náhrady
Určeno pro informaci

Přehled

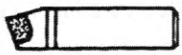
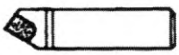
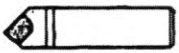
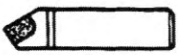
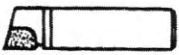
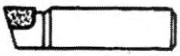
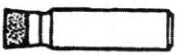
Druh a tvar nože		Vyobrazení	Průřez tělesa nože	Tvar břitové destičky ČSN 22 08 ..	
Ubírací nože přímé	pravé			10	
	levé			11	
Ubírací nože ohnuté	pravé			18	
	levé			18	
Ubírací nože čelní	pravé			18.1	
	levé			18.1	
Ubírací nože stranové	pravé			12	
	levé			13	
Nabírací nože				12	
Hladicí nože				16	

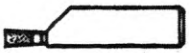
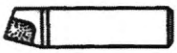
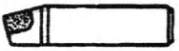
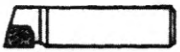
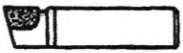
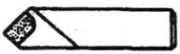
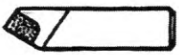
Druh a tvar nože		Vyobrazení	Průřez tělesa nože	Tvar břitové destičky ČSN 22 08 ..	
Rohové nože	pravé			12	
	levé			13	
Vnitřní ubírací nože				10.1	
Vnitřní rohové nože				12.1	
Zapichovací nože	pravé			15	
	levé			15	
Nože na klínové drážky řemenic				20	
Závitové nože	pravé			17	
	levé			17	
Nože na vnitřní závity				17	

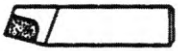
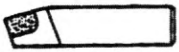
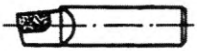
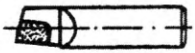
REVOLVEROVÉ A VYVRTÁVACÍ NOŽE S PÁJENÝMI BŘITOVÝMI DESTIČKAMI ZE SLINUTÝCH KARBIDŮ

Norma ČSN zrušena bez náhrady
Určeno pro informaci

Přehled

Druh a tvar nože		Vyobrazení	Průřez tělesa nože	
Revolverové nože				
Ubírací přímé $\kappa_r = 20°$	pravé			
Ubírací přímé $\kappa_r = 45°$	pravé			
	levé			
Ubírací přímé $\kappa_r = 60°$	pravé			
	levé			
Ubírací stranové	pravé			
	levé			
Nabírací				
Vnitřní pro průchozí díry	pravé			

Druh a tvar nože		Vyobrazení	Průřez tělesa nože	
Vnitřní pro neprůchozí díry				
Zapichovací				
Ubírací přímé $\kappa_r = 75°$	pravé			
	levé			
Vyvrtávací nože				
Ubírací stranové	pravé			
	levé			
Přímé $\kappa_r = 45°$	pravé			
	levé			
Přímé $\kappa_r = 60°$	pravé			
	levé			

Druh a tvar nože		Vyobrazení	Průřez tělesa nože	
Přímé $\kappa_r = 75°$	pravé			
	levé			
Kolmé	pravé			
	levé			

SOUSTRUŽNICKÉ NOŽE Z NÁSTROJOVÉ RYCHLOŘEZNÉ OCELI

Tvar ostří	Název	Norma ČSN zrušena bez náhrady Určeno pro informaci
	Ubírací nůž přímý s úhlem nastavení 45°	
	Ubírací nůž přímý s úhlem nastavení 60°	
	Ubírací nůž ohnutý	
	Ubírací nůž stranový	
	Nabírací nůž	
	Hladicí nůž	
	Rohový nůž	
	Vnitřní ubírací nůž	
	Vnitřní ubírací nůž	
	Vnitřní rohový nůž	
	Vnitřní rohový nůž	
	Zapichovací nůž	
	Vnitřní zapichovací nůž	
	Zaoblovací nůž vydutý	
	Zapichovací nůž na zápichy vnitřních závitů	

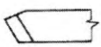
SOUSTRUŽNICKÉ NOŽE Z RYCHLOŘEZNÉ OCELI

Tvar ostří	Název	Norma ČSN zrušena bez náhrady Určeno pro informaci
	Nůž na klínové drážky řemenic	
	Závitový nůž	
	Nůž na vnitřní závity	

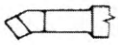
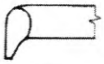
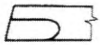
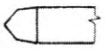
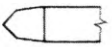
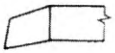
Průřez	Název	
	Upichovací nůž do držáku	
	Upichovací nůž do držáku	
	Upichovací nůž do držáku	

REVOLVEROVÉ NOŽE Z RYCHLOŘEZNÉ OCELI

Norma ČSN zrušena bez náhrady
Určeno pro informaci

Tvar ostří	Název	
	Ubírací nůž přímý s úhlem nastavení 15°	
	Ubírací nůž přímý s úhlem nastavení 30°	
	Ubírací nůž přímý s úhlem nastavení 45°	
	Ubírací nůž přímý s úhlem nastavení 60°	
	Ubírací nůž přímý s úhlem nastavení 15°	
	Ubírací nůž přímý s úhlem nastavení 30°	
	Ubírací nůž přímý s úhlem nastavení 45°	
	Ubírací nůž přímý s úhlem nastavení 60°	

(Pokračování)

Tvar ostří	Název	
	Vnitřní ubírací nůž	
	Vnitřní rohový nůž	
	Vnitřní široký nůž	
	Vnitřní široký nůž	
	Zapichovací nůž	
	Vnitřní zapichovací nůž	
	Ubírací nůž stranový	
	Ubírací nůž stranový	
	Nabírací nůž	
	Hladicí nůž	
	Hladicí nůž	
	Rohový nůž	
	Rohový nůž	

SOUSTRUŽENÍ

Doporučené úhly břitu pro nože z rychlořezné oceli

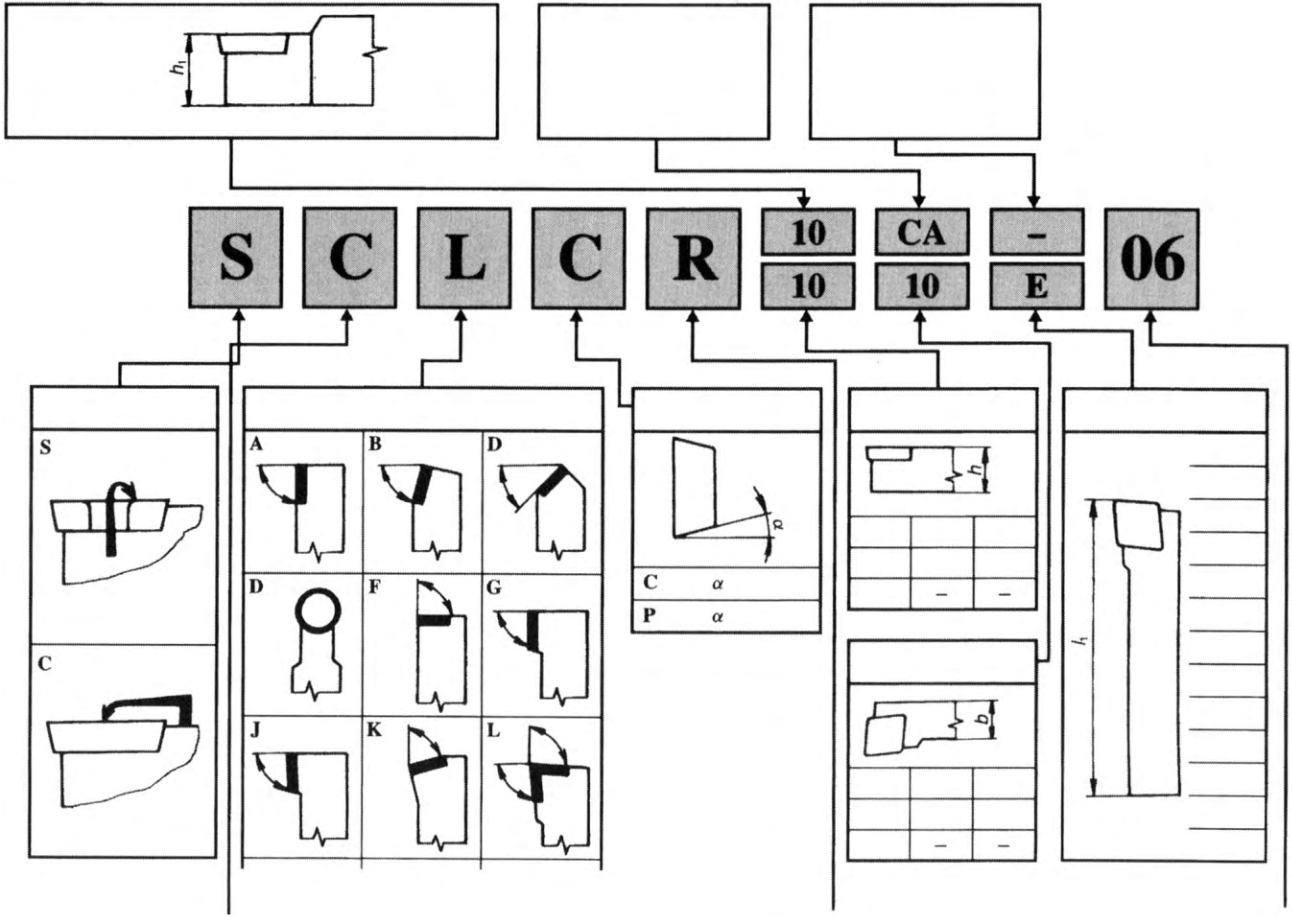
Obráběný materiál	Pevnost R_m (MPa) tvrdost HB	Řezné úhly (°)		
		α_0	γ_0	$\varkappa_r$
Uhlíková ocel	< 350	8	20	
	450 až 500	8	18	
	600 až 700	8	16	
	850 až 1 000	6	12	
Legovaná ocel chrommolybdenová	1 000 až 1 400	8	10	
Ocel na odlitky	350 až 500	8	14	
	500 až 600	8	10	
Šedá litina měkká	120 až 180	8	12	
	HB < 160			
Šedá litina	180 až 250	8	10	45
středně tvrdá	HB = 160 až 250			
Temperovaná litina				
středně tvrdá	< 400	8	12	
Měď	220 až 350	10	25	
Mosaz měkká	HB = 80 až 120	10	15	
Mosaz tvrdá	HB > 120	8	8	
Bronz měkký		8	8	
Bronz tvrdý		6 až 8	2	
Hliník	HB < 50	10	40	
Slitiny hliníku	HB < 50	10	35	

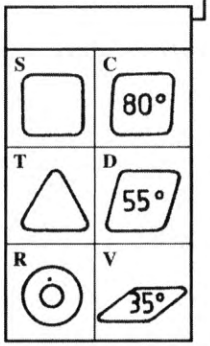
Doporučené úhly břitu pro nože s pájenými břitovými destičkami ze slinutých karbidů

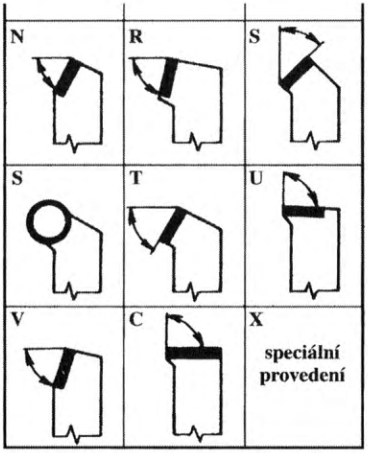
Obráběný materiál	Druh SK	Řezné úhly (°)	
		α_0	γ_0
Ocel do pevnosti 500 MPa	P10	6	15 až 12
	P01		
	P20		
	P30		
Ocel do pevnosti 850 MPa	P10	5 až 6	12 až 8
	P01		
	P20		
	P30		
Ocel do pevnosti 1 000 MPa	P10	5 až 6	10 až 8
	P01		
	P20		
	P30		
Legovaná ocel o pevnosti 700 až 1 400 MPa	P10	5 až 6	10 až 6
	P01		
	P20, M10		
	P30		
Legovaná ocel o pevnosti 1 400 až 1 800 MPa	P10, K10	5	5 až 0
	P20, M20		
	P30		
Legovaná ocel o pevnosti přes 1 800 MPa	K10, K05	4	0
Ocel na odlitky o pevnosti 300 až 700 MPa	P10	5 až 6	10 až 6
	P20		
	P30		
	P40		
Šedá litina (HB 140 až 180)	K20, P30	5 až 6	10 až 5
Šedá litina (HB 160 až 240)	K20, P30	5 až 6	5 až 0
Temperovaná litina	K10	5 až 6	6 až 3
Měď	K20	6	15
Mosaz, bronz	K20, K10	6	15 až 10
Slitiny hliníku do HB 50	K20	6	35 až 20
Slitiny hliníku HB 50 až 80	K10	6	20 až 12
Slitiny hliníku HB 80 až 100	K10	6	15 až 10

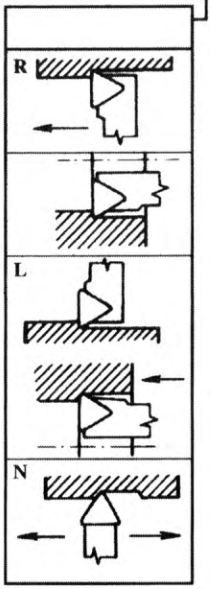
SOUSTRUŽNICKÉ NOŽE S VYMĚNITELNÝMI BŘITOVÝMI DESTIČKAMI ZE SLINUTÝCH KARBIDŮ

Označení držáků podle ISO





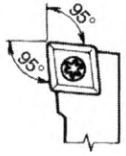
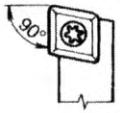
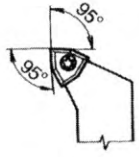


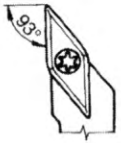
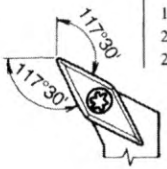


	S	T	R	C	D	V
	l	l	l=d	l	l	l
			06			
		11		06	07	
			08			
	09	16		09	11	16
			10			
	12	12		12		

Nože pro vnější soustružení

ISO SYSTEM S

	**SCLCR** **SCLCL** 0808 D 06 1010 E 06 1212 F 09 1616 H 09 2020 K 12 2525 M 12		**SCACR** **SCACL** 0808 D 06 1010 E 06 1212 F 09 1616 H 09		**SCFCR** **SCFCL** 0808 D 06 1010 E 06 1212 F 09 1616 H 09		**SCBCR** **SCBCL** 1212 F 09 1616 H 09
	SCTCR **SCTCL** 0808 D 06 1010 E 06 1212 F 09 1616 H 09		**SCKCR** **SCKCL** 1212 F 09 1616 H 09		**SSBCR** **SSBCL** 1212 F 09 1616 H 09		**SSKCR** **SSKCL** 1212 F 09 1616 H 09
	SSDCN 1212 F 09 1616 H 09 2020 K 12		**SWLCR** **SWLCL** 1616 H 09 2020 K 06 2525 M 08		**SDNCN** 1010 E 07 1212 F 11 1616 H 11 2020 K 11 2525 M 11		**SDJCR** **SDJCL** 0808 D 07 1010 E 07 1212 F 11 1616 H 11 2020 K 11 2525 M 11

	SVVCN 1212 F 11 1616 H 11 2020 K 16 2525 M 16 3225 P 16		**SVJCR** **SVJCL** 1212 F 11 1616 H 11 2020 K 16 2525 M 16 3225 P 16		**SVXCR** **SVXCL** 2020 K 16 2525 M 16 3225 P 16		**SVHCR** **SVHCL** 2020 K 16 2525 M 16
	**SVPCR** **SVPCL** 1616 H 11 2020 K 16 2525 M 16		**SRDCN** 1212 F 06 1616 H 06 2020 K 08 2020 M 10 2525 M 10		**SRSCR** **SRSCL** 1212 F 06 1616 H 06 2020 K 08 2020 K 10 2525 M 10		**STFCR** **STFCL** 2020 K 16		**STJCR** **STJCL** 2020 K 16

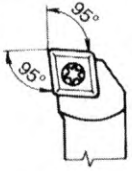
Nože pro vnitřní soustružení

ISO SYSTEM S

SCFCR
SCFCL

S10H - SCFCR/L 06
S12K - SCFCR/L 06

SCLCR
SCLCL

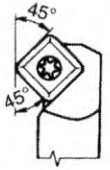


S08F - SCLCR/L 06
S10H - SCLCR/L 06
S12K - SCLCR/L 06
S16M - SCLCR/L 06
S20Q - SCLCR/L 09
S25T - SCLCR/L 09

SCXCR
SCXCL

S10H - SCXCR/L 06
S12K - SCXCR/L 06
S16Q - SCXCR/L 06

SSSCR
SSSCL



S20S - SSSCR/L 09
S25T - SSSCR/L 09

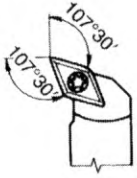
STFCR
STFCL

S10H - STFCR/L 11
S12K - STFCR/L 11
S16M - STFCR/L 11
S20Q - STFCR/L 11
S25T - STFCR/L 16
S32U - STFCR/L 16

SDUCR
SDUCL

S10H - SDUCR/L 07
S12K - SDUCR/L 07
S16M - SDUCR/L 07
S20Q - SDUCR/L 11
S25R - SDUCR/L 11

SDQCR
SDQCL



S10H - SDQCR/L 07
S12K - SDQCR/L 07
S16M - SDQCR/L 07
S20Q - SDQCR/L 11
S20S - SDQCR/L 11
S25R - SDQCR/L 11
S25T - SDQCR/L 11

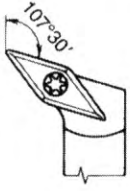
SDZCR
SDZCL

S16M-SDZCR/L 07-93
S20Q-SDZCR/L 07-93
S25R-SDZCR/L 07-93

SVUCR
SVUCL

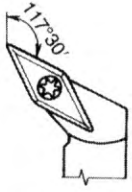
S20Q - SVUCR/L 11
S20S - SVUCR/L 11
S25R - SVUCR/L 16
S25T - SVUCR/L 16
S32S - SVUCR/L 16
S32U - SVUCR/L 16

SVQCR
SVQCL



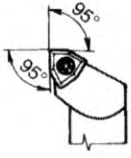
S16R - SVQCR/L 11
S20S - SVQCR/L 11
S25T - SVQCR/L 16
S32U - SVQCR/L 16

SVPCR
SVPCL



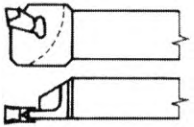
S16R - SVPCR/L 11
S20S - SVPCR/L 11
S20T - SVPCR/L 11
S25T - SVPCR/L 16

SWLCR
SWLCL



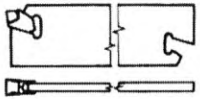
S20Q - SWLCR/L 06
S25R - SWLCR/L 06
S32S - SWLCR/L 08

Nože pro upichování a na zápichy



XLCFR
XLCFL

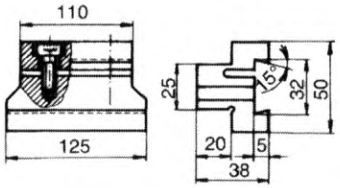
1612 H03
2016 K03
2016 K04
2520 M04
2520 M05
3225 P05
3225 P06

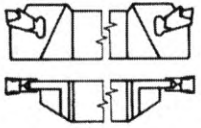


XLCFR

3202 M03
3203 M04
3204 M05

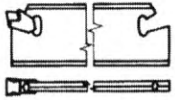
Držák **7810**





U 7

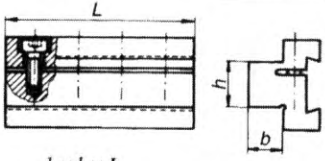
2525 × 03
2525 × 04
2525 × 05
4025 × 03
4025 × 04
4025 × 05



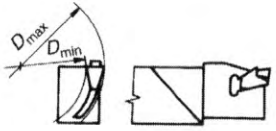
U 3

U 3/1 - P03
U 3/1 - P04
U 3/1 - P05
U 3/2 - P05
U 3/2 - P06

Držák **U 3**

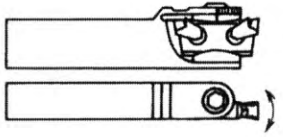


$h \times b \times L$
U 3/1 25 × 22 × 100
U 3/2 40 × 40 × 150



Z1
Z1 - D3225

Dmin/Dmax = 100/200
Z1 - H1 03
Z1 - H2 04
Z1 - H3 05
Z1 - H4 06
Dmin/Dmax = 200/300
Z1 - H5 03
Z1 - H6 04
Z1 - H7 05
Z1 - H8 06

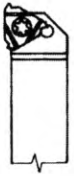


Z3
Z3 - D2530
Z3 - D3230

Z3 - P1 Z3 - P3
Z3 - P2 Z3 - P4
Z3 - P5
Z3 - P6
Z3 - P7

Nože pro řezání závitů

P1	P1/1	P2	P2/1
P1 - D 2525 P1 - H1 16 P1 - H2 16 P1 - H3 22 **P1 - D 3225** P1 - H1 16 P1 - H2 16 P1 - H3 22 P1 - H4 16 P1 - H5 22	P1/1 2525 M16 - 0 P1/1 2525 M16 - 1 P1/1 2525 M16 - 2 P1/1 3225 M16 - 0 P1/1 3225 M16 - 1 P1/1 3225 M16 - 2 P1/1 2525 M22 - 0 P1/1 2525 M22 - 1 P1/1 2525 M22 - 2 P1/1 3225 M22 - 0 P1/1 3225 M22 - 1 P1/1 3225 M22 - 2	**P2 - D 2632 N** **P2 - D 2632 X** P2 - H16 **P2 - D 3040 N** **P2 - D3040 X** P2 - H 22	P 2/1 1416 N 16 - 1 P 2/1 1416 N 16 - 2 P 2/1 1820 N 16 - 0 P 2/1 1820 N 16 - 1 P 2/1 1820 N 16 - 2 P 2/1 2532 N 16 - 0 P 2/1 2532 N 16 - 1 P 2/1 2532 N 16 - 2 P 2/1 2532 X 16 - 0 P 2/1 2532 X 16 - 1 P 2/1 2532 X 16 - 2 P 2/1 3240 N 22 - 0 P 2/1 3240 N 22 - 1 P 2/1 3240 N 22 - 2 P 2/1 3240 X 22 - 0 P 2/1 3240 X 22 - 1 P 2/1 3240 X 22 - 2



Řezné podmínky pro soustružení

Nástroje:
hladicí a uběrací nože s břity z RO a SK druhy P10 a P20.
Trvanlivost břitu:
45 min pro SK 60 min. pro RO.

Způsob práce:
soustružení **načisto**.
Podmínky práce:
RO – chlazení emulzí SK – bez chlazení.
Třída obrobitelnosti materiálu obrobku 14b.

Materiál břitu			RO			P10			P20		
R_a	a	r_ε	0,5	1	2	0,5	1	2	0,5	1	2
1,6	0,5	v	85	73	68	277	260	244	186	182	177
		f	0,05	0,08	0,10	0,11	0,14	0,18	0,10	0,12	0,16
	1	v	81	68	63	249	238	227	165	161	159
		f	0,05	0,08	0,10	0,10	0,12	0,16	0,09	0,12	0,14
	1,5	v	79	65	59	227	219	208	155	150	145
		f	0,04	0,07	0,09	0,09	0,11	0,14	0,08	0,10	0,13
	3	v		62	56		203	195		139	136
		f		0,07	0,09		0,10	0,12		0,09	0,10
3,2	0,5	v	70	59	55	244	233	216	177	175	171
		f	0,09	0,14	0,18	0,18	0,22	0,28	0,16	0,18	0,22
	1	v	64	53	49	222	210	199	155	155	152
		f	0,09	0,14	0,18	0,16	0,20	0,28	0,14	0,17	0,21
	1,5	v	64	53	48	208	199	188	148	143	140
		f	0,07	0,12	0,16	0,14	0,18	0,22	0,12	0,16	0,20
	3	v		51	44		183	173		129	127
		f		0,11	0,14		0,16	0,20		0,14	0,18
6,3	1	v	51	47	44	204	194	183	152	150	145
		f	0,16	0,20	0,25	0,22	0,28	0,35	0,20	0,24	0,31
	1,5	v	50	46	42	193	185	177	141	139	136
		f	0,14	0,18	0,22	0,20	0,25	0,32	0,18	0,22	0,28
	3	v		42	38		168	159		125	123
		f		0,16	0,20		0,22	0,28		0,20	0,25
12,5	1	v	44	41	38	188	179	168	148	145	141
		f	0,25	0,32	0,40	0,31	0,40	0,50	0,28	0,33	0,42
	1,5	v	42	38	35	180	170	164	136	134	131
		f	0,22	0,28	0,35	0,28	0,36	0,45	0,26	0,31	0,40
	3	v		35	32		155	146		120	116
		f		0,25	0,31		0,31	0,40		0,28	0,35

R_a – jakost opracovaného povrchu (μm), a – hloubka řezu (mm), r_ε – poloměr špičky nože (mm), v – řezná rychlost (m/min), f – posuv (mm za otáčku).

Opravné součinitele pro řeznou rychlost

Obrobitelnost	8b	9b	10b	11b	12b	13b	14b	15b	16b
K_{v1}	0,25	0,32	0,4	0,5	0,63	0,8	1	1,26	1,6

Trvanlivost K_{v4}	30	45	60	90	120	Tolerance			
RO	1,13	1,07	1	0,93	0,89	IT	6–7	8–9	10–11	12–14
P10	1,11	1	0,93	0,84	0,77					
P20	1,13	1	0,91	0,81	0,74	K_T	0,65		1	

Řezné podmínky pro soustružení litiny načisto

Nástroj: nože s SK hladicí, ubírací, přímé, stranové a rohové. Trvanlivost břitu 60 min. Druh slinutého karbidu K10.				Podmínky práce: bez chlazení. Upnutí ve sklíčidle, na upínací desce nebo na trnu. Třída obrobitelnosti materiálu obrobku 11a.		
Průměr d od – do (mm)	a do	r_ε		Drsnost R_a (μm)		
				1,6	3,2	6,3
do 40	0,5	0,5	v f	92 0,18	88 0,28	
	1,5	0,5	v f	84 0,13	83 0,19	78 0,29
	3	0,5	v f			76 0,25
41 – 250	0,5	1	v f	87 0,22	85 0,33	
	1,5	1	v f	83 0,16	82 0,25	77 0,35
	3	1	v f			75 0,30
od 251	0,5	2	v f	85 0,29	82 0,40	
	1,5	2	v f	77 0,22	74 0,33	70 0,48
	3	2	v f			68 0,40

Obrobitelnost	9a	10a	11a	12a	13a
K_{v1}	0,63	0,8	1	1,26	1,60
Povrch s kůrou K_{v2}	0,85			1	
Pro malé průměry se řezná rychlost stanoví s ohledem na max. otáčky stroje.					

K_{v1}, K_{v2} — opravné součinitele pro řeznou rychlost.

Informativní řezné podmínky pro soustružení oceli nástroji s vyměnitelnými břitovými destičkami

Obráběný materiál		Tvrdost HB*)	Slinuté karbidy bez povlaku						
			S 10	S 20	S 30	S 45	U 10	U 30	H 10
			Posuv (mm/ot)						
			0,1 0,25 0,4	0,1 0,25 0,4	0,2 0,4 0,7	0,25 0,4 0,8	0,2 0,35 0,7	0,2 0,4 0,7	0,1 0,2 0,4
			Řezná rychlost (m/min) pro trvanlivost T = 15 min						
Uhlíkové oceli (třída 10, 11, 12)	C < 0,25 %	< 170	230 190 170	190 170 120	160 125 90	120 90 65	110 80 60	100 75 50	
	C < 0,60 %	170 – 230	180 150 120	145 130 85	125 95 60	95 70 45	85 65 40	75 60 35	
Nástrojová uhlíková ocel (třída 19)	C < 1,40 %	200 – 350	140 120 90	115 95 80	100 80 50	85 65 40	80 60 35	70 55 30	
Nízkolegované oceli (třída 13, 14)	žíhané	150 – 300	140 120 90	140 125 85	120 90 55	90 70 45	80 65 40	70 55 35	
	zušlechtěné	200 – 450					40 30 20	40 30 20	
Vysokolegované oceli (třída 15, 16)	žíhané	170 – 290	130 110 85	110 95 80	90 75 65	75 55 45	65 50 40	60 45 35	
	zušlechtěné	230 – 300					35 25 20	35 25 20	
Nástrojové oceli legované (třída 19)	žíhané	250 – 380	120 100 80	95 80 65	75 65 50	60 50 40	55 45 35	50 40 30	
	zušlechtěné	HRC 51 max. 55					50 15 10	20 15 10	35 25 20
Korozivzdorné oceli (třída 17)	žíhané	170 – 300	100 85 65	80 65 50	65 50 40	50 45 35	45 30 25	40 25 20	
	zušlechtěné	180 – 350					25 20 15	55 45 35	
	austenitické	160 – 330					30 25 10	80 60 45	
Ocelolitina	nelegovaná	150 – 240	170 150 120	145 130 85	125 95 60	95 70 45	85 65 40	75 60 35	
Ocelolitina nízko a středně legovaná	žíhaná	180 – 300	140 120 90	140 125 80	120 85 50	90 65 40	80 65 40	70 50 30	
	zušlechtěná	180 – 400					30 20 15	30 20 15	35 25 20
Ocelolitina vysokolegovaná	žíhaná	200 – 300	130 110 70	110 95 80	90 75 65	75 55 45	65 50 40	60 45 35	
	zušlechtěná	200 – 280					20 15 10	35 25 20	35 25 20
Rychlořezná ocel (třída 19)	žíhaná	260 – 400			40 30 20	40 30 20	40 30 20	40 30 15	

*) Při obrábění materiálů s tvrdostí HB na dolní hranici je možné řezné rychlosti zvýšit, při horní hranici tvrdosti snížit.

Pokračování

Obráběný materiál		Tvrdost HB*)	Slinuté karbidy povlakované					
			320 P	210 K	520 P	525 P	530 P	535 P
			Posuv (mm/ot)					
			0,1 0,3 0,5	0,1 0,3 0,5	0,1 0,3 0,5	0,2 0,4 0,8	0,2 0,4 0,8	0,2 0,4 0,8
			Řezná rychlost (m/min) pro trvanlivost T = 15 min					
Uhlíkové oceli (třída 10, 11, 12)	C < 0,25 %	<170	380 290 230	280 250 200	260 220 180	250 220 180	200 170 140	200 170 140
	C < 0,60 %	170–230	300 230 190	260 220 170	210 170 130	200 170 130	150 130 100	155 130 100
Nástrojová uhlíková ocel (třída 19)	C < 1,40 %	200–350	210 160 100	210 160 100	150 120 90	150 120 90	120 100 75	115 95 65
Nízkolegované oceli (třída 13, 14)	žíhané	150–300	220 170 100	210 160 100	230 180 140	220 180 140	140 120 90	150 120 95
	zušlechtěné	200–450		120 90 70	110 90 80	110 90 80	90 80 70	85 70 65
Vysokolegované oceli (třída 15, 16)	žíhané	170–290	210 180 120	200 170 110	180 130 100	170 130 100	120 95 75	130 100 80
	zušlechtěné	230–300		90 75 65	110 80 60	100 80 60	90 80 70	80 60 45
Nástrojové oceli legované (třída 19)	žíhané	250–380	180 140 100	170 130 90	150 100 85	140 100 85	100 75 60	110 80 65
	zušlechtěné	HRC 51 max. 55		60 40 30		50 40 30	50 40 30	40 35 25
Korozivzdorné oceli (třída 17)	žíhané	170–300	170 130 90	160 120 80	150 120 90	170 140 110	135 110 85	135 110 85
	zušlechtěné	180–350	100 80 60	100 80 60		80 60 45	80 60 45	55 45 35
	austenitické	160–330					100 80 50	80 60 45
Ocelolitina	nelegovaná	150–240	300 230 180	260 220 170	200 170 130	200 170 130	120 110 85	150 130 100
Ocelolitina nízko a středně legovaná	žíhaná	180–300	200 150 100	210 160 100	190 160 120	190 160 120	140 120 90	140 120 90
	zušlechtěná	180–400		120 90 70	110 90 80	110 90 80	90 70 65	85 65 60
Ocelolitina vysokolegovaná	žíhaná	200–300	220 170 100	200 170 110	160 120 90	160 120 90	125 90 70	125 90 70
	zušlechtěná	200–280		90 75 65	90 70 50	90 70 50	80 70 60	70 55 40
Rychlořezná ocel (třída 19)	žíhaná	260–400		90 80 60		70 50 40	70 60 50	60 50 40

*) Při obrábění materiálů s tvrdostí HB na dolní hranici je možné řezné rychlosti zvýšit, při horní hranici tvrdosti snížit.

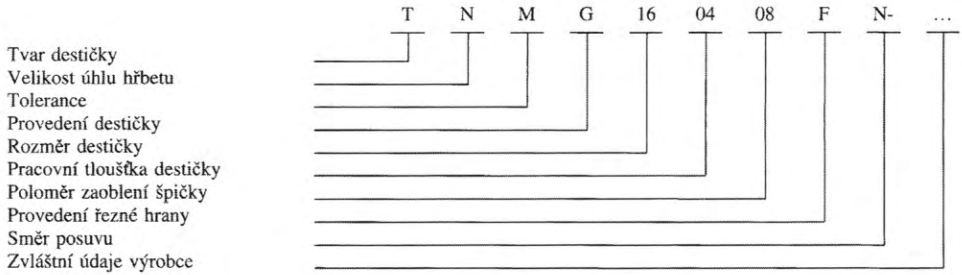
Informativní řezné podmínky pro soustružení litiny nástroji s vyměnitelnými břitovými destičkami

Obráběný materiál	Tvrdost HB*)	Slinuté karbidy povlakované						Slinuté karbidy bez povlaku					
		210 K			525 P			H 05			H 10		
		Posuv (mm/ot)											
		0,1	0,3	0,5	0,1	0,3	0,5	0,05	0,1	0,3	0,1	0,3	0,5
		Řezná rychlost (m/min) pro trvanlivost T = 15 min											
Šedá litina nelegovaná	150–210	200	160	90	125	100	70	230	180	140	110	95	60
	210–250	160	130	110	100	80	60	180	140	110	90	80	50
	250–270	130	110	90	80	65	45	140	110	90	70	60	40
Šedá litina legovaná, žárovzdorná	220–330	70	50	45	40	35	25	70	60	45	35	30	20
Temperovaná litina	140–200	200	160	90	125	100	70	230	180	140	110	95	60
	205–240	160	130	110	100	80	60	180	140	110	90	80	50
Tvárná litina feriticko-perlitická	150–240	160	130	110	100	80	60	180	140	110	90	80	50
Tvárná litina perliticko-feritická	280–300	100	80	70	65	50	35	110	90	70	60	50	30
Litina žárovzdorná, otěruvzdorná	310–330	80	65	50	50	40	30	90	70	50	45	40	25
Litina litá do kokil (tvrzená)	400–600	30	25	20	20	15	10	25	15	10	20	15	10

Při obrábění materiálů s tvrdostí HB na dolní hranici je možné řezné rychlosti zvýšit, při horní hranici tvrdosti snížit.

VYMĚNITELNÉ BŘITOVÉ DESTIČKY Z SK
OZNAČOVÁNÍ

Výběr z ČSN 22 0905
Účinnost od 1. 1. 1989



Označení tvaru břitových destiček

Písmeno	Tvar	Úhel špičky (°)	Skupina
H	šestihranný	120	Rovnostranné, stejnoúhlé
O	osmihranný	135	
P	pětihranný	108	
R	kruhový	–	
S	čtvercový	90	
T	tříhranný	60	
L	obdélníkový	90	Nerovnostranné, stejnoúhlé

Písmeno	Tvar	Úhel špičky (°)	Skupina
C	kosočtvercový	80	Rovnostranné nestejnoúhlé
D		55	
E		75	
M		86	
V		35	
W	šestihranný	80	
A	kosodélníkový*)	85	Nerovnostranné, nestejnoúhlé
B		82	
K		55	

*) Nejmenší úhel špičky

Označení velikosti úhlu hřbetu

Písmeno	A	B	C	D	E	F	G	N	P	O
Úhel hřbetu (°)	3	5	7	15	20	25	30	0	11	pro jiné účely

Označení provedení destičky

Písmeno	Provedení destičky
N	Bez utvářeče třísky, bez otvoru
A	Bez utvářeče třísky, s otvorem
R	S jednostranným utvářečem třísky, bez upínacího otvoru
M	S jednostranným utvářečem třísky, s válcovitým otvorem
F	S oboustranným utvářečem třísky
G	S oboustranným utvářečem třísky, s válcovitým otvorem
X, W, Q, B, C, H, J, T, U	Se zvláštnostmi, potřebujícími vysvětlení nebo výkres

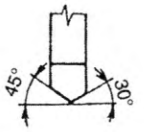
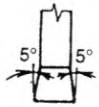
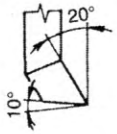
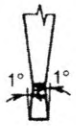
Označení provedení řezné hrany

Písmeno	Provedení	Vyobrazení
F	Ostré	
E	Zaoblené	
T	S fazetkou	
S	S fazetkou a zaoblené	

Označení pro směr posuvu
R – pravý, L – levý, N – pravý i levý

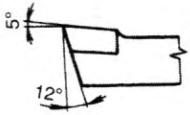
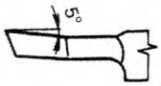
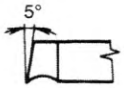
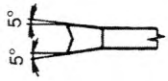
HOBLOVÁNÍ A OBRÁŽENÍ

Hoblovací nože

Název	Vyobrazení	Název	Vyobrazení
Ubírací pravý (levý)		Hladicí	
Rohový		Zapichovací	

Rozměry upínací stopky (mm): 16 × 25 20 × 32 25 × 40 32 × 50 40 × 63

Obrážecí nože

Název	Vyobrazení	Rozměry upínací stopky (mm)
Hrubovací		∅ 14, 20, 25, 32
Drážkovací		2 × 12, 3 × 12, 4 × 12, 5 × 12, 6 × 18, 7 × 18, 8 × 18, 10 × 18, 12 × 22, 14 × 22
Drážkovací příčný		[1]) 8 × 12, 10 × 12, 12 × 12, 16 × 18, 20 × 12, 25 × 12, 32 × 30
Dvoubřitý		[1]) 8 × 8, 10 × 10, 12 × 12, 14 × 14, 16 × 16, 18 × 18, 20 × 20, 22 × 22, 25 × 25, 28 × 25, 32 × 25, 36 × 25, 40 × 25

[1]) Čísla udávají šířku břitu × upínací profil.

Směrné hodnoty úhlu břitu (°) pro hoblovací a obrážecí nože

Obráběný materiál	Nástroj					
	z rychlořezné oceli			se slinutým karbidem		
	α_0	γ_0	λ_s	α_0	γ_0	λ_s
Uhlíkové oceli R_m = 500 až 1 000 MPa	6 až 8	20 až 8	−6 až −8	6	8 až 10	−6 až −10
Legované oceli R_m = 1 000 až 1 300 MPa	6	8 až 6	−8 až −10	5	2 až 5	−12 až −15
Šedá litina tvrdost 200 HB	8	12	−6	6	10	−6
Měď a její slitiny	8	15 až 20	6	6	10 až 15	−6
Lehké kovy	10	18 až 25	6	10	20	−6

Řezné podmínky pro hoblování oceli třídy obrobitelnosti 14b nožem s břitovou destičkou ze slinutého karbidu P30

Nástroj: Hoblovací ubírací nůž s břitovou destičkou ze slinutého karbidu P30 $\alpha_o = 5°$, $\gamma_o = 10°$, $\varkappa_r = 45°$, $\lambda_s = -8°$ trvanlivost ostří 120 min, otupení na hřbetě 0,8 mm								P 30
Obrobek: Ocel třídy obrobitelnosti 14b (hoblování rovinných ploch bez povrchové kůry, bez chlazení)								14b
Hloubka řezu a (mm)	Posuv f (mm na zdvih)	0,5	0,63	0,8	1,0	1,25	1,6	2
5	v	55	60	54	48	44	38	34
	F_z	2 750	3 500	3 500	5 100	6 200	7 600	9 200
	P_e	4,3	4,9	5,4	5,8	6,3	6,8	7,3
10	v	58	52	47	42	48	34	30
	F_z	5 500	6 900	8 900	10 300	12 400	15 300	18 300
	P_e	7,5	8,4	9,2	10	10,5	12	12,5
15	v	54	48	43	38	34	31	
	F_z	8 300	10 400	12 700	15 400	18 600	22 900	
	P_e	10,5	11,5	12,5	14	15	17	
20	v	50	45	40	37	33	29	
	F_z	11 100	13 800	17 000	20 500	24 700	30 500	
	P_e	13	14,5	16	17,5	19	21	
25	v	48	44	39	35	31	38	
	F_z	13 800	17 300	21 200	25 700	30 900	38 100	
	P_e	16	17,5	19	21	23	25	
30	v	47	42	38	34	30		
	F_z	16 600	20 000	25 500	30 800	37 100		
	P_e	18,5	21	22	24	26		
Poloměr špičky nože r_ε (mm)		1	2			3		

Opravné součinitele pro změněněné podmínky

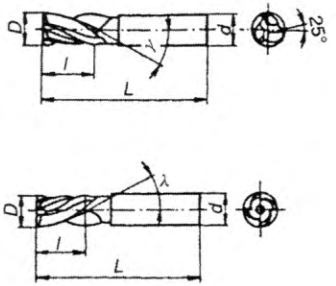
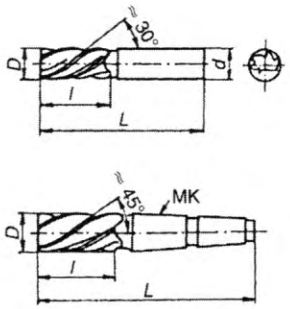
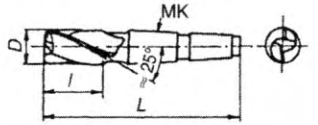
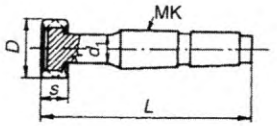
Trvanlivost ostří (min)	60′	90′	120′	180′	Úhel nastavení hlavního břitu $\varkappa_r$	45°	60°	90°
K_{r_1}	1,26	1,10	1,00	0,87	K_{r_2}	1,00	0,95	0,80

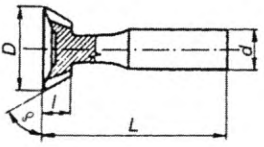
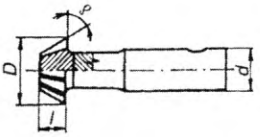
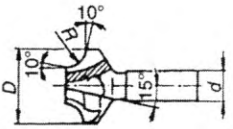
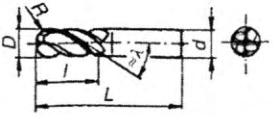
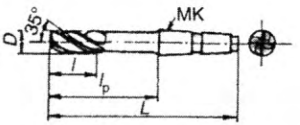
Výkon elektromotoru je vypočítán pro účinnost převodů stroje $\eta = 0{,}70$, v – řezná rychlost (m/min), F_z – tangenciální složka řezné síly (N), P_e – příkon elektromotoru (kW)

FRÉZOVÁNÍ

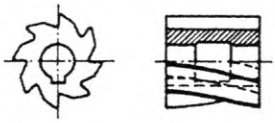
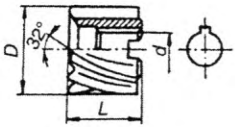
PŘEHLED FRÉZ Z NÁSTROJOVÉ RYCHLOŘEZNÉ OCELI

Stopkové frézy

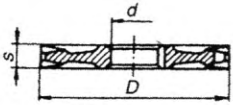
Název	Vyobrazení	ČSN
Frézy válcové čelní pravořezné (levořezné), hrubozubé, polohrubozubé, jemnozubé, krátké a dlouhé		22 2130, 22 2132, 22 2133, 22 2134, 22 2135, 22 2142, 22 2143, 22 2146, 22 2147, 22 2148, 22 2149 ISO 10911
Frézy válcové se zuby v pravé nebo levé šroubovici, krátké a dlouhé		22 2110 22 2114
Frézy pro drážky per, s válcovou nebo kuželovou stopkou		ISO 1641-1 ISO 1641-2 ISO 1641-3
Frézy kotoučové pro upínací drážky T		22 2180 22 2181 22 2182

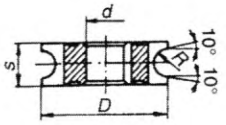
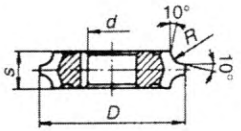
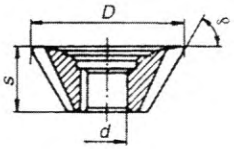
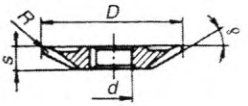
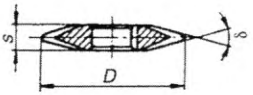
Název	Vyobrazení	ČSN
Frézy úhlové čelní		22 2260 22 2268
Frézy úhlové		22 2262
Frézy čtvrtkruhové vyduté		22 2226 22 2227
Frézy s kulovým čelem pro kopírovací frézky		22 2291 22 2292 22 2294
Frézy kopírovací válcové s čelními přímými břity		22 2296

Frézy válcové nástrčné Pokračování

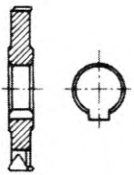
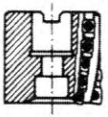
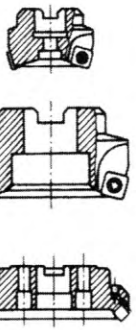
Název	Vyobrazení	ČSN
Válcové frézy		22 2120, 22 2121, 22 2124, 22 2125
Frézy válcové čelní		22 2154 22 2156 22 2158

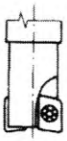
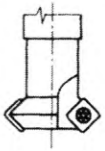
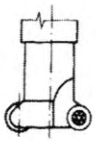
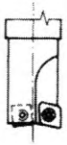
Kotoučové frézy

Frézy kotoučové hrubozubé, polohrubozubé a jemnozubé		22 2161 22 2165 22 2168

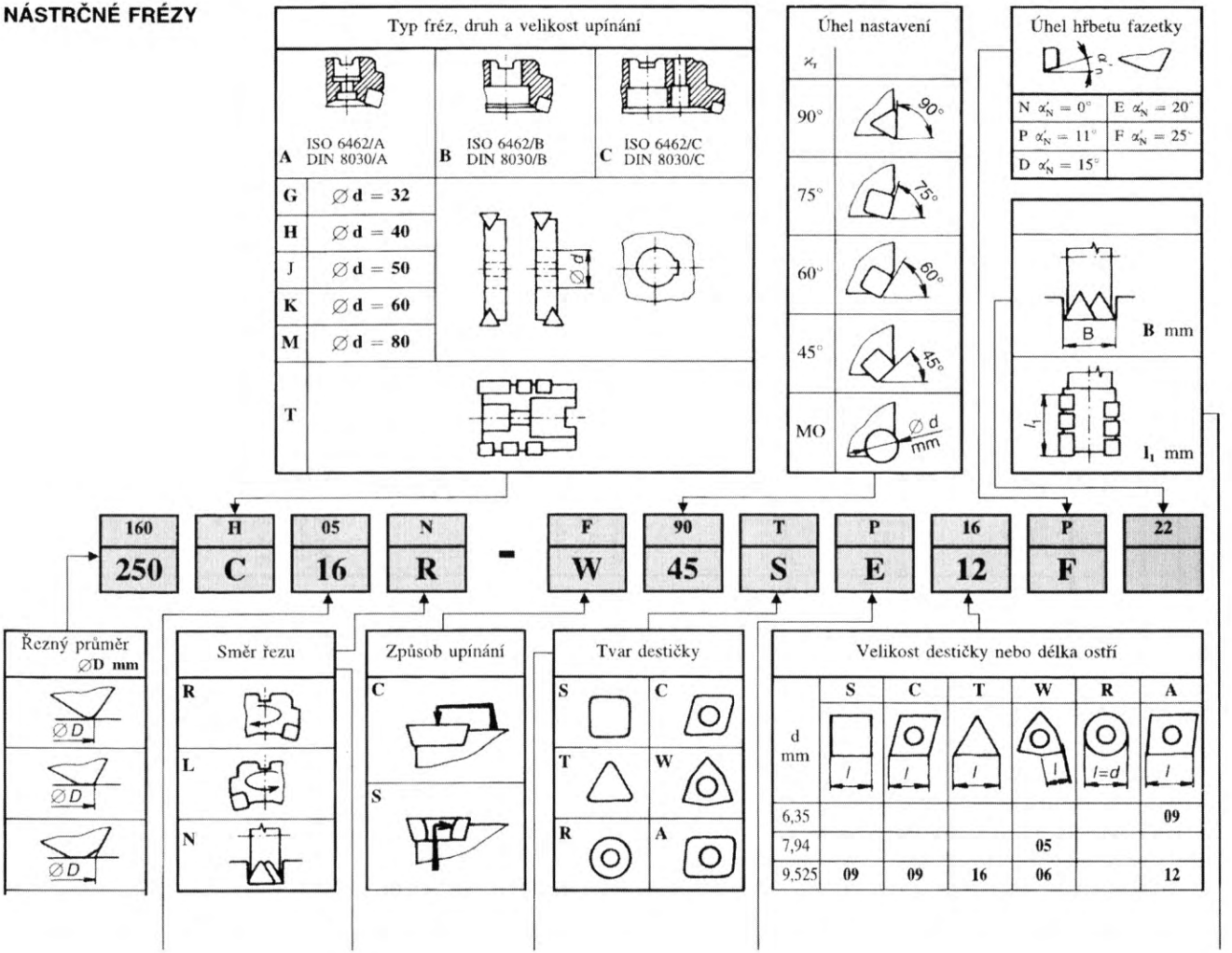
Název	Vyobrazení	ČSN
Frézy půlkruhové vyduté nástrčné		22 2231
Frézy čtvrtkruhové vyduté dvoustranné nástrčné		22 2234
Frézy úhlové čelní		22 2254
Frézy úhlové jednostranné		22 2242
Frézy úhlové oboustranné souměrné		22 2250 22 2252

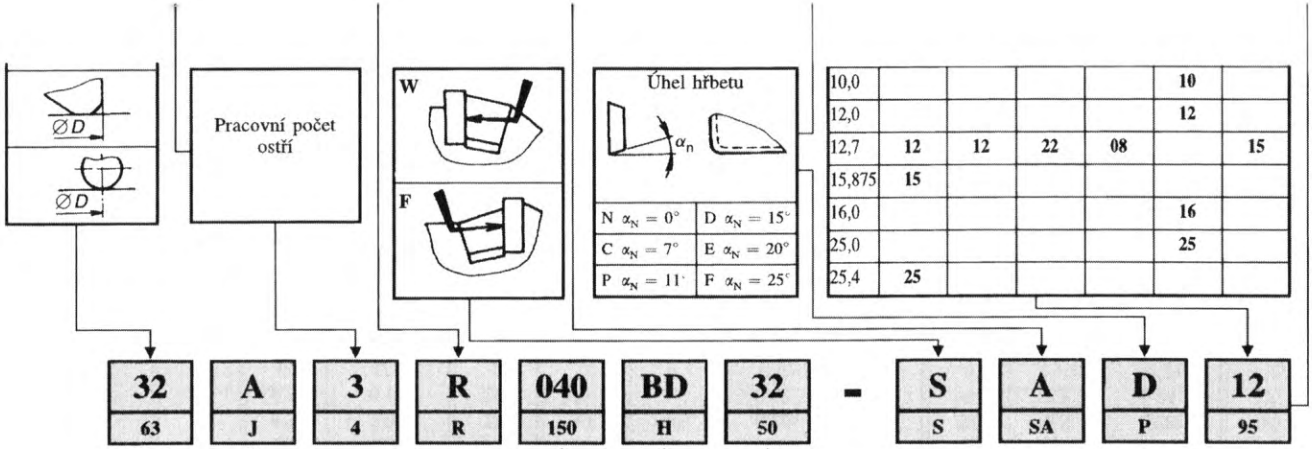
PŘEHLED FRÉZ S VYMĚNITELNÝMI BŘITOVÝMI DESTIČKAMI ZE SLINUTÝCH KARBIDŮ

Název	Vyobrazení	Rozměry (mm) D – řezný průměr s – šířka činné části l – činná délka
Kotoučové frézy		D = 125, 160, 200, 250 s = 16, 18, 20, 22, 24, 30
Válcové čelní frézy s břity ve šroubovici		D = 80, 100, 125 l = 68, 76, 86
Frézovací hlavy		D = 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400 D = 50 a 63 s upínací stopkou

Název	Vyobrazení	Rozměry (mm) D – řezný průměr
Stopková fréza do rohu		D = 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40
Stopková fréza pro sražení hran (45°)		D = 22, 28, 37
Stopková fréza s kruhovými VD SK		D = 10, 16, 25
Závrtná čelní fréza		D = 25 a 32

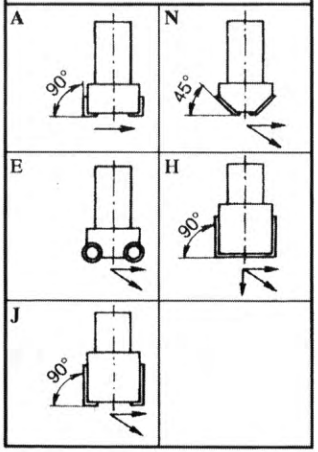
NÁSTRČNÉ FRÉZY



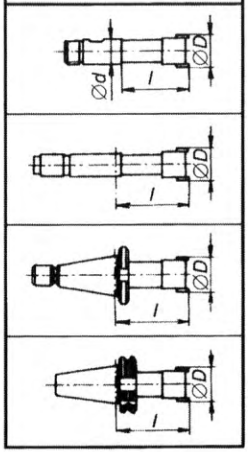


STOPKOVÉ FRÉZY

Typ frézy a úhel nastavení



Délka vyložení l (mm)



Typ upínací stopky

BD	ČSN ISO 3338-1 DIN 1835/B + D
E	ČSN ISO 296 DIN 228/A
G	ČSN ISO 297 DIN 2080/1
X	ČSN ISO 297
H	ČSN ISO 7388-1,2 DIN 69871/A

Velikost stopky

ØD	Ød
10; 12; 16 20 25 32; 40	**16** **20** **25** **32**
ØD	**MORSE No**
10; 12; 16 20; 25; 32 40	**02** **03** **04**
ØD	**7 : 24 No**
32; 40 (50; 63)	**40**
50; 63; 80	**50**
ØD	**7 : 24 No**
32; 40	**40**
50; 63; 80	**50**

ŘEZNÉ PODMÍNKY PŘI FRÉZOVÁNÍ

Výběr z normativů

Frézování rovinných ploch čelní frézou

Nástroj:

čelní válcová fréza jemnozubá nástrčná z RO, ČSN 22 2158

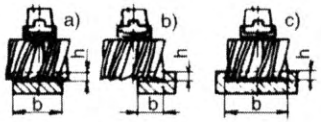
Trvanlivost nástroje T (min):

60 pro D = 40 mm, 90 pro D = 63 mm
120 pro D = 100 mm

Obrobitelnost: 13b

Způsob práce:

viz obrázek



Řezná kapalina:

5% emulze

Způsob	h (mm)	$D = 40$, $z = 10$				$D = 63$, $z = 10$				$D = 100$, $z = 14$			
		b (mm)	R_a (μm)	f_z (mm na zub)	v (m/min)	b (mm)	R_a (μm)	f_z (mm na zub)	v (m/min)	b (mm)	R_a (μm)	f_z (mm na zub)	v (m/min)
a)	0,5	30	3,2	0,03	29	50	3,2	0,03	28	70	3,2	0,03	27
			6,3	0,20	27		6,3	0,20	26		6,3	0,20	26
	2,0	15	6,3	0,07	31	20	6,3	0,18	23	40	12,5	0,30	17
		20	6,3	0,09	28	30	12,5	0,22	20	50	12,5	0,28	17
		30	6,3	0,11	25	50	12,5	0,22	18	70	12,5	0,26	17
	3,0	15	6,3	0,05	31	20	6,3	0,13	25	40	6,3	0,20	20
		20	6,3	0,06	29	30	6,3	0,16	22	50	6,3	0,21	18
		30	6,3	0'08	26	50	6,3	0,16	20	70	6,3	0,19	18
	5,0	15	3,2	0,03	33	20	6,3	0,08	27	40	6,3	0,12	23
		20	6,3	0,04	30	30	6,3	0,09	25	50	6,3	0,12	22
		30	6,3	0,05	27	50	6,3	0,10	23	70	6,3	0,12	21

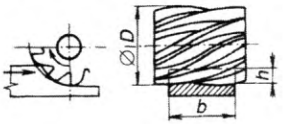
Pokračování

b)	0,5	20	3,2	0,03	30	30	3,2	0,03	30	50	3,2	0,03	29
			6,3	0,20	29		6,3	0,20	28		6,3	0,20	27
	2,0	5	6,3	0,11	33	5	6,3	0,22	26	20	12,5	0,29	18
		10	6,3	0,11	29	10	6,3	0,23	23	30	12,5	0,26	19
		20	6,3	0,12	26	20	6,3	0,23	21	50	12,5	0,24	18
	3,0	5	6,3	0,10	32	5	6,3	0,19	27	20	12,5	0,24	20
		10	6,3	0,10	29	10	6,3	0,21	23	30	6,3	0,21	21
		20	6,3	0,10	26	20	6,3	0,18	22	50	6,3	0,19	19
	5,0	5	6,3	0,06	34	5	6,3	0,12	30	20	6,3	0,18	22
		10	6,3	0,07	30	10	6,3	0,17	24	30	6,3	0,16	21
		20	6,3	0,08	26	20	6,3	0,15	22	50	6,3	0,13	21
c)	0,5	40	3,2	0,03	28	63	3,2	0,03	27	100	3,2	0,03	26
			6,3	0,20	26		6,3	0,20	25		6,3	0,20	25
	2,0		6,3	0,10	25		6,3	0,18	19		6,3	0,19	18
	3,0		6,3	0,07	25		6,3	0,12	22		6,3	0,12	21
	5,0		3,2	0,03	28		6,3	0,06	24		6,3	0,06	23

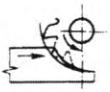
FRÉZOVÁNÍ ROVINNÝCH PLOCH VÁLCOVOU FRÉZOU NÁSTRČNOU

Frézování rovinných ploch

nesousledné



sousledné



Válcové frézy nástrčné –

Průměr frézy D (mm)	Počet zubů	Hloubka řezu a (mm)	Šířka b (mm)	Pro frézování větších hloubek. Konstrukční ocel (13b) Pevnost: 600 až 750 MPa					
				sousledné				nesousledné	
				R_a	v	f_z	P_{ef}	R_a	v
50	5	0,5	60	3,2	34	0,22	0,48	3,2	29
		3	30	12,5	30	0,5	3,9	12,5	26
			60	6,3	36	0,26	5,8	6,3	31
		5	30	6,3	31	0,32	4,5	6,3	27
			60	6,3	34	0,22	7,5	6,3	29
63	5	0,5	70	3,2	31	0,24	0,49	3,2	27
		3	40	12,5	28	0,5	3,9	12,5	24
			70	6,3	33	0,32	5,9	6,3	28
		5	40	6,3	27	0,4	5,0	6,3	23
			70	6,3	34	0,3	9,0	6,3	29
80	5	0,5	80	3,2	32	0,25	0,86	3,2	28
		3	50	12,5	30	0,55	5,5	12,5	26
			80	6,3	32	0,4	7,5	6,3	28
		5	50	6,3	29	0,4	6,5	6,3	25
			80	6,3	31	0,3	9,1	6,3	26
		8	50	3,2	30	0,26	7,8	3,2	26
			80	3,2	30	0,22	10,6	3,2	26
100	7	0,5	100	3,2	31	0,26	1,05	3,2	27
		3	60	12,5	28	0,6	6,3	12,5	25
			80	12,5	29	0,5	7,6	12,5	25
			100	6,3	31	0,4	8,5	6,3	26
		5	60	12,5	35	0,5	8,0	12,5	30
			80	6,3	27	0,4	9,4	6,3	23
			100	6,3	28	0,35	11,0	6,3	24
		8	60	6,3	28	0,32	9,4	6,3	24
			80	6,3	28	0,3	11,9	6,3	24

Frézování

Nástroj: RO

Provedení: hrubování
hlazení

hrubozubé ČSN 22 2120-21

u měkkých ocelí a šedé litiny

		Šedá litina (11a) Tvrdost: do 210 HB							
nesousledné		sousledné				nesousledné			
f_z	P_{et}	R_a	v	f_z	P_{ef}	R_a	v	f_z	P_{ef}
0,22	0,3	3,2	41	0,18	0,46	3,2	35	0,18	0,39
0,5 0,26	3,4 4,9	25 12,5	35 43	0,65 0,34	2,7 4,4	25 12,5	31 38	0,65 0,34	2,4 3,8
0,32 0,22	3,8 6,5	12,5 12,5	36 34	0,41 0,28	3,1 4,6	12,5 12,5	31 33	0,41 0,28	2,7 4,5
0,24	0,55	3,2	40	0,20	0,49	3,2	34	0,20	0,42
0,5 0,22	3,4 5,0	12,5 12,5	34 39	0,65 0,41	2,9 4,3	12,5 12,5	33 34	0,65 0,41	2,8 3,7
0,4 0,3	4,3 7,6	12,5 12,5	34 31	0,5 0,4	3,7 5,1	12,5 12,5	29 27	0,5 0,4	2,1 4,4
0,25	0,62	3,2	44	0,20	0,49	3,2	37	0,20	0,42
0,55 0,4	4,8 6,5	25 12,5	35 37	0,7 0,5	3,7 5,0	25 12,5	30 22	0,7 0,5	3,1 4,3
0,4 0,3	5,6 7,3	12,5 12,5	33 33	0,5 0,4	4,3 5,9	12,5 12,5	29 29	0,5 0,4	3,7 5,2
0,26 0,22	6,5 9,3	6,3 6,3	32 32	0,34 0,28	4,7 6,7	6,3 6,3	28 28	0,34 0,24	4,2 5,9
0,26	0,75	3,2	42	0,20	0,74	3,2	36	0,20	0,62
0,6 0,5 0,4	5,6 6,6 7,3	25 12,5 12,5	30 32 36	0,78 0,65 0,5	4,1 5,2 6,2	25 12,5 12,5	27 28 32	0,78 0,65 0,5	3,7 4,5 5,5
0,5 0,4 0,35	9,3 8,0 9,5	12,5 12,5 12,5	26 28 30	0,65 0,5 0,45	4,8 5,8 7,3	12,5 12,5 12,5	23 25 26	0,65 0,5 0,45	4,3 5,2 6,3
0,32 0,3	12,0 10,3	12,5 12,5	27 26	0,4 0,4	5,5 6,9	12,5 12,5	24 22	0,41 0,4	4,8 5,8

Pokračování

Válcové frézy nástrčné –									
				Pro hrubování i hlazení					
Průměr frézy D	Počet zubů	Hloubka (řezu) a	Šířka b	Konstrukční ocel (13b) Pevnost: 600 až 750 MPa					
				sousledné				nesousledné	
(mm)		(mm)	(mm)	R_a	v	f_z	P_{ef}	R_a	v
50	8	0,5	60	3,2	30	0,13	0,67	3,2	26
		3	30	12,5	24	0,3	3,4	6,3	24
			60	6,3	28	0,17	5,3	3,2	28
		5	30	6,3	24	0,21	4,1	6,3	24
			60	3,2	26	0,14	6,6	3,2	26
63	8	0,5	80	3,2	28	0,16	0,69	3,2	24
		3	40	12,5	22	0,32	3,6	6,3	22
			80	6,3	25	0,19	5,6	3,2	24
		5	40	6,3	27	0,25	5,7	6,3	21
			80	6,3	22	0,18	7,3	3,2	22
80	10	0,5	100	3,2	30	0,15	0,93	3,2	26
		3	50	12,5	21	0,42	5,3	12,5	21
			100	6,3	25	0,22	7,9	3,2	25
		5	50	6,3	22	0,26	6,1	6,3	22
			100	6,3	24	0,18	10,0	3,2	24
		8	50	3,2	24	0,14	6,3	3,2	24
			100	3,2	24	0,12	10,1	3,2	23
100	10	0,5	140	3,2	29	0,17	1,0	3,2	25
		3	60	12,5	19	0,56	5,9	12,5	18
			140	6,3	22	0,28	9,6	6,3	22
		5	60	12,5	17	0,42	6,5	6,3	18
			140	6,3	20	0,25	12,5	3,2	20
		8	60	6,3	20	0,21	7,1	3,2	20
			100	6,3	20	0,19	11,0	3,2	20
125	12	0,5	160	3,2	31	0,16	1,3	3,2	27
		3	80	25	20	0,56	8,1	12,5	20
			160	6,3	24	0,28	11,8	6,3	24
		5	80	12,5	18	0,45	9,7	12,5	18
			160	6,3	21	0,28	16,2	6,3	21
		8	80	6,3	20	0,85	10,3	6,3	20
			120	6,3	31	0,21	14,8	3,2	21

R_a – jakost obrobeného povrchu (μm); v – řezná rychlost (m . min^{-1}); f_z – posuv na zub (mm na zub)
P_{ef} – výkon příkon elektromotoru (kW)

polohrubozubé	ČSN 22 2124-25								
oceli a šedé litiny									
		Šedá litina (11a) Tvrdost: do 210 HB							
nesousledné			sousledné			nesousledné			
f_z	P_{et}	R_a	v	f_z	P_{ef}	R_a	v	f_z	P_{ef}
0,13	0,57	3,2	41	0,11	0,55	3,2	37	0,11	0,5
0,22 0,12	2,7 4,0	25 12,5	33 39	0,39 0,21	2,7 4,2	12,5 6,3	34 39	0,28 0,15	2,4 3,5
0,15 0,1	3,2 5,1	12,5 6,3	32 33	0,26 0,18	3,3 5,4	6,3 6,3	32 31	0,19 0,13	2,7 4,1
0,16	0,6	3,2	39	0,12	0,59	3,2	36	0,12	0,54
0,23 0,14	2,8 4,2	12,5 12,5	30 34	0,42 0,25	3,1 5,0	12,5 6,3	31 34	0,3 0,18	2,5 4,0
0,18 0,13	3,5 5,7	12,5 12,5	27 27	0,32 0,24	3,5 5,9	6,3 6,3	28 28	0,23 0,17	2,6 4,9
0,15	0,79	3,2	41	0,12	0,78	3,2	37	0,12	0,73
0,3 0,16	4,2 6,2	25 12,5	27 32	0,56 0,29	0,2 6,6	12,5 3,2	27 32	0,4 0,21	3,4 5,3
0,19 0,13	4,9 7,9	12,5 12,5	28 28	0,35 0,24	4,9 7,9	6,3 6,3	28 28	0,25 0,17	4,0 6,2
0,1 0,09	4,9 8,6	6,3 6,3	31 27	0,18 0,17	5,3 8,3	3,2 3,2	30 24	0,13 0,12	4,2 6,3
0,17	0,91	3,2	40	0,14	0,89	3,2	36	0,14	0,81
0,42 0,2	4,5 7,5	25 12,5	22 28	0,77 0,36	4,4 8,1	12,5 6,3	23 28	0,35 0,26	3,7 6,5
0,3 0,18	5,4 9,9	25 12,5	21 23	0,36 0,32	5,1 9,0	12,5 6,3	21 23	0,4 0,83	4,1 7,3
0,15 0,14	5,5 8,7	6,3 6,3	26 23	0,26 0,25	5,6 8,1	6,3 6,3	26 23	0,19 0,18	4,6 6,5
0,16	1,1	3,2	42	0,13	1,1	3,2	39	0,13	0,96
0,4 0,2	6,4 9,2	25 12,5	24 30	0,73 0,36	5,9 9,5	25 12,5	24 30	0,52 0,26	4,8 7,7
0,32 0,8	7,6 12,7	25 12,5	21 23	0,58 0,36	6,9 10,1	12,5 12,5	21 23	0,42 0,26	5,6 9,0
0,18 0,15	8,3 11,4	12,5 12,5	24 24	0,32 0,26	7,9 10,5	6,3 6,3	24 24	0,22 0,19	6,4 8,5

FRÉZOVÁNÍ ROVINNÝCH PLOCH FRÉZOVACÍ HLAVOU S BŘITY Z SK

Frézování rovinných ploch				Konstrukční ocel (13b) Pevnost: 600 až 750 MPa										
				pro hrubování a hlazení oceli bez povrchové kůry					pro středně těžké hrubovací práce a členité plochy					
				P20					P30					
Průměr frézovací hlavy D (mm)	Počet zubů	Šířka b (mm)	R_a (μm)	a	v	f_z	P_{ef}		a	v	f_z	P_{ef}		
							I	II				I	II	
125	8	65 až 100	3,2 6,3	0,5	165	0,08 0,17			0,5	160 120	0,06 0,17			
			12,5 až 25	do 3 5 – 7 7 – 10	140	0,18 0,14 0,11 0,09 0,07 0,06	0,24 0,21 0,18 0,15 0,13 0,11	0,38 0,33 0,21 0,24 0,21 0,18	do 3 3 – 7 7 – 10 nad 10	110	0,22 0,18 0,14 0,11 0,09 0,07 0,06	0,24 0,19 0,17 0,14 0,12 0,11 0,09	0,35 0,30 0,25 0,22 0,19 0,17 0,14
160	8	80 až 125	3,2 6,3	0,5	200 165	0,07 0,17			0,5	160 120	0,07 0,17			
			12,5 až 25	do 3 5 – 7 7 – 10	140	0,18 0,14 0,11 0,09 0,07 0,06	0,19 0,17 0,14 0,12 0,11 0,09	0,30 0,26 0,22 0,19 0,19 0,14	do 3 3 – 7 7 – 10 nad 10	113	0,22 0,18 0,14 0,11 0,09 0,07 0,06	0,18 0,15 0,13 0,11 0,10 0,08 0,07	0,28 0,24 0,20 0,18 0,15 0,13 0,11
200	10	100 až 160	3,2 6,3	0,5	165	0,08 0,17			0,5	160 120	0,07 0,17			
			12,5 až 25	do 3 5 – 7 7 – 10	141	0,18 0,14 0,11 0,09 0,07 0,06	0,19 0,16 0,14 0,12 0,11 0,09	0,30 0,25 0,22 0,19 0,17 0,14	do 3 3 – 7 7 – 10 nad 10	113	0,22 0,18 0,14 0,11 0,09 0,07 0,06	0,18 0,15 0,13 0,11 0,10 0,08 0,07	0,28 0,24 0,20 0,18 0,15 0,13 0,11

Provedení: hrubování
načisto

Konstrukční ocel (13b) Pevnost: 600 až 750 MPa					Šedá litina (11a) Tvrdost: do 210 HB				
pro těžké hrubovací práce s proměnlivou hloubkou třísky					pro frézování litiny				
P40					K10				
a	v	f_z	P_{ef}		a	v	f_z	P_{ef}	
			I	II				I	II
0,5	125 72	0,06 0,17			0,5	100 85	0,06 0,14		
do 3 3 – 7 7 – 10 nad 10	 71 	0,28 0,22 0,18 0,14 0,11 0,09 0,07	0,17 0,14 0,18 0,11 0,09 0,08 0,07	0,25 0,22 0,19 0,16 0,14 0,12 0,10	do 4 4 – 7 7 – 10 nad 10	 71 	0,35 0,28 0,22 0,18 0,14 0,11 0,09	0,14 0,12 0,10 0,08 0,07 0,06 0,05	0,19 0,17 0,15 0,14 0,13 0,12 0,11
0,5	125 72	0,06 0,17			0,5	100 85	0,07 0,14		
do 3 3 – 7 7 – 10 nad 10	 70 	0,28 0,22 0,18 0,14 0,11 0,09 0,07	0,13 0,11 0,10 0,08 0,07 0,06 0,05	0,20 0,18 0,15 0,13 0,11 0,09 0,08	do 4 4 – 7 7 – 10 nad 10	 70 	0,35 0,28 0,22 0,18 0,14 0,11 0,08	0,11 0,09 0,08 0,07 0,06 0,05 0,04	0,15 0,14 0,12 0,11 0,10 0,09 0,09
0,5	125 72	0,06 0,17			0,5	100 85	0,07 0,14		
do 3 3 – 7 7 – 10 nad 10	 70 	0,28 0,22 0,18 0,14 0,11 0,09 0,07	0,13 0,11 0,10 0,08 0,07 0,06 0,05	0,20 0,18 0,15 0,13 0,11 0,09 0,08	do 4 4 – 7 7 – 10 nad 10	 70 	0,36 0,28 0,22 0,18 0,14 0,11 0,09	0,11 0,09 0,08 0,07 0,06 0,05 0,04	0,15 0,14 0,12 0,11 0,10 0,09 0,09

Pokračování

Průměr frézovací hlavy D (mm)	Počet zubů	Šířka b (mm)	R_a (μm)	Pro hrubování a hlazení oceli bez povrchové kůry					Pro středně těžké hrubovací práce a členité plochy				
				P20					P30				
				a	v	f_z	P_{ef}		a	v	f_z	P_{ef}	
							I	II				I	II
250	12	125 až 200	3,2			0,08				160	0,07		
			6,3	0,5	165	0,17			0,5	120	0,17		
				do 3		0,19	0,19	0,30	do 3		0,24	0,18	0,27
				5–7		0,15	0,16	0,25	3–7		0,19	0,15	0,23
			12,5 až 25			0,12	0,14	0,22	7–10		0,15	0,13	0,20
					141	0,09	0,12	0,19		110	0,12	0,11	0,17
				7–10		0,07	0,11	0,17	nad 10		0,09	0,10	0,15
						0,06	0,09	0,14			0,07	0,08	0,13
											0,06	0,07	0,11
315	16	160 až 250	3,2			0,08					0,08		
			6,3	0,5	165	0,17			0,5	120	0,17		
				do 3		0,18	0,19	0,30	do 3		0,22	0,18	0,28
				5–7		0,14	0,17	0,26	3–7		0,18	0,15	0,24
			12,5 až 25			0,11	0,14	0,22	7–10		0,14	0,13	0,20
					138	0,09	0,12	0,19		111	0,11	0,11	0,18
				7–10		0,07	0,11	0,17			0,09	0,10	0,15
						0,06	0,09	0,14	nad 10		0,07	0,08	0,13
											0,06	0,07	0,11
400	20	200 až 320	3,2			0,08					0,08		
			6,3	0,5	165	0,17			0,5	120	0,17		
				do 3		0,18	0,19	0,30	do 3		0,22	0,18	0,28
				5–7		0,14	0,17	0,26	3–7		0,18	0,15	0,24
			12,5 až 25			0,11	0,14	0,22	7–10		0,14	0,13	0,20
				7–10	141	0,09	0,12	0,19		113	0,11	0,11	0,18
						0,07	0,11	0,17			0,09	0,10	0,15
						0,06	0,09	0,14	nad 10		0,07	0,08	0,13
											0,06	0,07	0,11

Uvedené potřebné příkony jsou udávány pro hloubku třísky $a = 1$ mm, pro šířku frézování $b = 10$ mm, a to jak pro ostré břity (I), tak i pro otupené břity (II)

Trvanlivost ostří T (min)
ocel $T = 150–200$, litina $T = 150–250$

Pro těžké hrubovací práce s proměnlivou hloubkou třísky					pro frézování litiny				
P40					K10				
a	v	f_z	P_{ef}		a	v	f_z	P_{ef}	
			I	II				I	II
	125	0,06				100	0,07		
0,5	72	0,17			0,5	85	0,14		
do 3		0,29	0,13	0,20	do 4		0,37	0,11	0,15
3 – 7		0,24	0,11	0,17	4 – 7		0,29	0,09	0,13
7 – 10		0,19	0,10	0,15	7 – 10		0,24	0,08	0,12
	71	0,15	0,08	0,13		71	0,19	0,07	0,11
nad 10		0,12	0,07	0,11	nad 10		0,15	0,06	0,10
		0,09	0,06	0,09			0,12	0,05	0,09
		0,07	0,05	0,08			0,09	0,04	0,09
	125	0,05				100	0,06		
0,5	72	0,17			0,5	85	0,14		
do 3		0,28	0,13	0,20	do 4		0,35	0,11	0,15
3 – 7		0,22	0,11	0,18	4 – 7		0,28	0,09	0,14
7 – 10		0,18	0,10	0,15	7 – 10		0,22	0,08	0,12
	70	0,14	0,08	0,13		70	0,18	0,07	0,11
		0,11	0,07	0,11			0,14	0,06	0,10
nad 10		0,09	0,06	0,09	nad 10		0,11	0,05	0,09
		0,07	0,05	0,08			0,09	0,04	0,09
		0,08					0,07		
0,5	72	0,17			0,5	85	0,14		
do 3		0,28	0,13	0,20	do 4		0,35	0,11	0,15
3 – 7		0,22	0,11	0,18	4 – 7		0,28	0,09	0,14
7 – 10		0,18	0,10	0,15	7 – 10		0,22	0,08	0,12
	70	0,14	0,08	0,13		70	0,18	0,07	0,11
		0,11	0,07	0,11			0,14	0,06	0,10
nad 10		0,09	0,06	0,09	nad 10		0,11	0,05	0,09
		0,07	0,05	0,08			0,09	0,04	0,09

Při frézování bez povrchové kůry zvýšit otáčky o jeden stupeň

Řezné podmínky pro frézování oceli nástroji s vyměnitelnými břitovými destičkami

Obráběný materiál		Tvrdost HB*)	Slinuté karbidy povlakované						Slinuté karbidy bez povlaku													
			525 P			530 P			S 25			S 30			S 45			U 30				
			Posuv (mm/zub)																			
			0,1	0,2	0,4	0,1	0,2	0,4	0,1	0,2	0,4	0,1	0,15	0,2	0,1	0,2	0,4	0,1	0,2	0,4		
			Řezná rychlost v (m/min) pro trvanlivost $T = 60$ min																			
Uhlíkové oceli (třída 10, 11, 12)	C < 0,25 %	< 170	280	250	200	240	220	180	180	135	95	140	120	100	90	65	40	130	100	80		
	C < 0,60 %	170 – 230	180	160	130	170	150	120	115	85	60	90	75	65	50	40	25	80	65	50		
Nástrojová uhlíková ocel (třída 19)	C < 1,40 %	200 – 350	115	100	80	100	90	70	75	55	40	60	50	40	35	25	15	50	40	30		
Nízkolegované oceli (třída 13, 14)	žíhané	150 – 300	115	100	80	105	95	85	75	55	40	60	50	40	35	25	15	50	40	30		
	zušlechtěné	200 – 450	90	80	65	85	75	60	60	40	30	45	40	30	30	20	10	40	35	25		
Vysokolegované oceli (třída 15, 16)	žíhané	170 – 290	145	130	100	130	120	105	90	70	50	70	60	50	45	35	20	65	50	40		
	zušlechtěné	230 – 300	90	80	65	80	75	60	60	40	30	45	40	30	30	20	10	40	35	25		
Nástrojové oceli legované (třída 19)	žíhané	250 – 380	90	80	65	85	75	60	60	40	30	45	40	30	30	20	10	40	35	25		
	zušlechtěné	HRC 51 max. 55	45	40	30	40	35	30	30	20	15	25	20	15	–	–	–	20	15	10		
Korozivzdorné oceli ferit-martenzit (třída 17)	žíhané	170 – 300	90	85	65	90	75	70	60	40	30	45	40	30	30	20	10	40	35	25		
	zušlechtěné	180 – 350	55	50	40	55	45	40	40	30	20	30	25	20	–	–	–	25	20	15		
	austenitické	160 – 330	35	30	25	35	30	25	30	20	10	25	15	10	–	–	–	20	15	10		
Ocelolitina	nelegovaná	150 – 240	180	160	130	170	150	120	115	85	60	90	75	65	55	40	25	80	65	50		
Ocelolitina nízko a středně legovaná	žíhaná	180 – 300	115	100	80	100	90	70	75	55	40	60	50	40	32	25	15	50	40	30		
	zušlechtěné	180 – 400	90	80	65	85	75	60	60	40	30	45	40	30	30	20	10	40	35	25		
Ocelolitina vysokolegovaná	žíhané	200 – 250	–	–	–	60	55	45	30	20	10	20	15	10	–	–	–	20	15	10		
	zušlechtěná	250 – 300	–	–	–	50	45	35	30	20	10	20	15	10	–	–	–	20	15	10		

*) Při obrábění materiálů s tvrdostí HB na dolní hranici je možné řezné rychlosti zvýšit, při horní hranici tvrdosti snížit

Řezné podmínky pro frézování litiny nástroji s vyměnitelnými břitovými destičkami

Obráběný materiál	Tvrdost HB*)	Slinuté karbidy povlakované											
		210 K			525 P			530 P			H 10		
		Posuv (mm/zub)											
		0,1	0,2	0,4	0,1	0,2	0,4	0,1	0,2	0,4	0,1	0,2	0,4
		Řezná rychlost v (m/min) pro trvanlivost $T = 60$ min											
Šedá litina nelegovaná	150–210	215	190	175	150	125	90	140	120	90	150	115	90
	210–250	170	150	140	130	100	70	120	100	75	120	90	70
	250–270	140	120	110	110	80	55	100	80	60	100	70	50
Šedá litina legovaná, žárovzdorná	220–330	70	60	50	60	40	30	60	40	30	50	35	30
Temperovaná litina	140–200	215	190	175	150	125	90	140	120	90	150	115	90
	205–240	170	150	140	130	100	70	130	100	75	120	90	70
Tvárná litina feriticko-perlitická	150–240	170	150	140	130	100	70	130	100	70	120	90	70
Tvárná litina perliticko-feritická	280–300	110	95	80	100	85	70	100	85	70	75	60	45
Litina žárovzdorná otěruvzdorná	310–330	85	75	70	–	–	–	90	60	50	60	45	35
Litina litá do kokil (tvrzená)	400–600	35	30	25	–	–	–	–	–	–	25	20	15

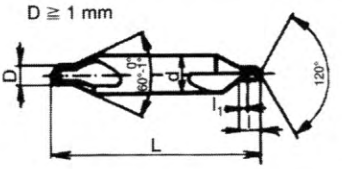
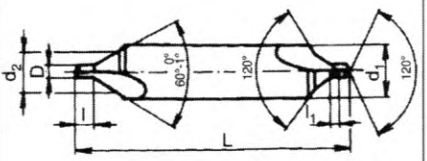
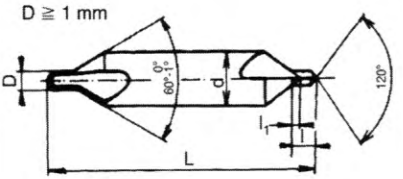
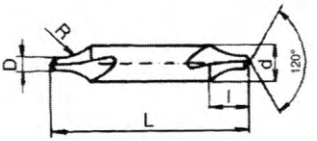
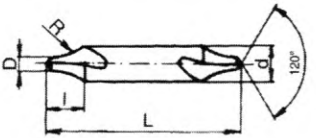
*) Při obrábění materiálů s tvrdostí HB na dolní hranici je možné řezné rychlosti zvýšit, při horní hranici tvrdosti snížit

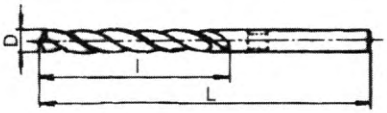
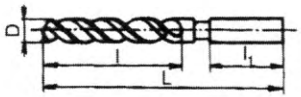
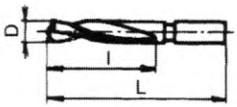
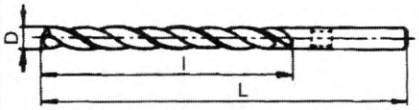
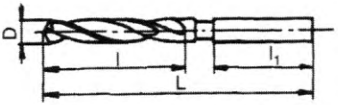
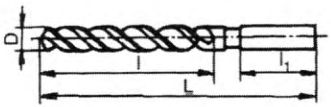
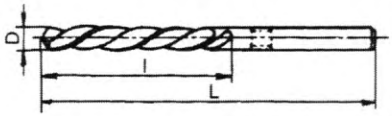
VRTÁNÍ, VYHRUBOVÁNÍ, VYSTRUŽOVÁNÍ, ZAHLUBOVÁNÍ

VRTÁKY Z RYCHLOŘEZNÉ OCELI

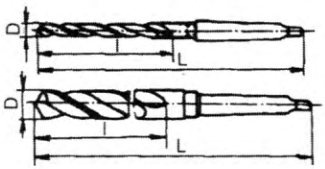
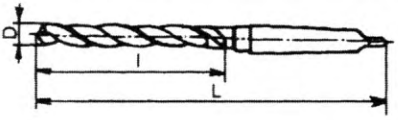
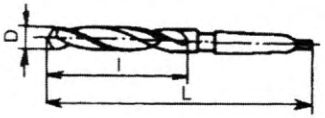
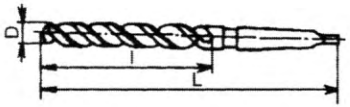
Výběr z ČSN 22 1100
Účinnost od 1. 4. 1984

Přehled

	Název	Vyobrazení	ČSN
Středicí vrtáky	Středicí vrtáky 60° pro středicí důlky tvaru A		22 1110
	Středicí vrtáky 60° pro středicí důlky tvaru B		22 1112
	Středicí vrtáky 60° levořezné pro středicí důlky tvaru A		22 1114
	Středicí vrtáky 60° pro středicí důlky tvaru R		22 1116
	Středicí vrtáky 60° levořezné pro středicí důlky tvaru R		22 1117

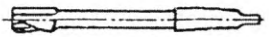
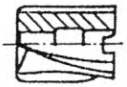
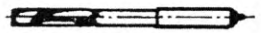
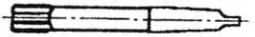
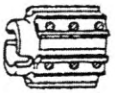
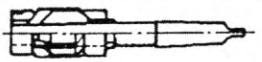
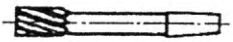
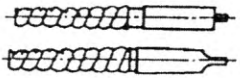
	Název	Vyobrazení	ČSN
Šroubovité vrtáky s válcovou hlavou	střední řada, s válcovou stopkou		22 1121
	střední řada, se šroubovicí 40°, s válcovou stopkou		22 1122
	střední řada, se šroubovicí 12°, s válcovou stopkou		22 1123
	dlouhá řada, s válcovou stopkou		22 1125
	dlouhá řada, se šroubovicí 40°, s válcovou stopkou		22 1126
	střední řada, vysoce výkonné, s válcovou stopkou		22 1127
	střední řada, levořezné, s válcovou stopkou		22 1131
	se zesílenou válcovou stopkou pravořezné (levořezné). Mikrovrtáky		22 1191 (22 1192)

Pokračování

	Název	Vyobrazení	ČSN
Šroubovité vrtáky s kuželovou stopkou	s kuželovou stopkou		22 1140
	se šroubovicí 40°, s kuželovou stopkou		22 1141
	vysoce výkonné, s kuželovou stoupkou		22 1143
	s kuželovou stopkou zesílenou		22 1144

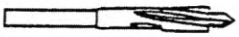
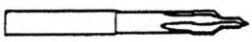
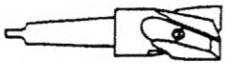
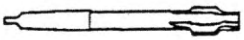
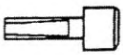
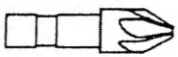
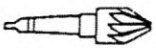
VÝHRUBNÍKY A VÝSTRUŽNÍKY

Přehled

Název	Vyobrazení	(ČSN)
Výhrubníky		
s kuželovou stopkou		22 1411
nástrčné s kuželovým vrtáním 1 : 30		22 1414
Výstružníky		
ruční válcové		22 1420
ruční rozpínací		22 1421
strojní, s válcovou stopkou, se zuby ve šroubovici		22 1430
strojní, s kuželovou stopkou, se zuby ve šroubovici		22 1431
nástrčné, s kuželovým vrtáním 1 : 30, se zuby ve šroubovici		22 1432
nástrčné s přišroubovanými noži		22 1435
strojní stavitelné čelní s kuželovou stopkou		22 1441
strojní na díry pro nýty		ISO 2238
strojní s kuželovou stopkou pro souřadnicové vrtačky		22 1459
kuželové: s kuželovitostí 1 : 10 na díry pro metrické kužele na díry pro Morse kužele na díry pro kolíky, s kuželovitostí 1 : 50 (ruční)		22 1460 22 1463 22 1469
kuželové strojní na díry pro kolíky s kuželovitostí 1 : 50 – s válcovou stopkou – s kuželovou stopkou Morse		22 1470 ISO 3467

ZÁHLUBNÍKY

Přehled

Název	Vyobrazení	(ČSN)
Záhlubník s válcovou stopkou a vodicím čepem		22 1604
Kuželový záhlubník s válcovou stopkou a vodicím čepem		22 1605
Záhlubník s kuželovou stopkou a výměnným vodicím čepem		22 1606
Kuželový záhlubník s kuželovou stopkou a vodicím čepem		22 1607
Vodicí čepy pro válcové a kuželové záhlubníky		22 1608
Záhlubníky kuželové s vrcholovým úhlem 60°, 90° a 120° s válcovou stopkou		22 1627
Záhlubníky kuželové s vrcholovým úhlem 60°, 90° a 120° s kuželovou stopkou		22 1628
Zarovnávače nástrčné oboustranné		22 1650

ŘEZNÉ PODMÍNKY PRO VRTÁNÍ, VYHRUBOVÁNÍ A VYSTRUŽOVÁNÍ

Výběr z normativů

Vrtání nepředvrtaných děr průchozích a do dna

Nástroj: Obrobitelnost: 14b
šroubovitý vrták z RO s válcovou nebo kuželovou stopkou
Řezná kapalina: Materiál obrobku: ocel
oceli – 5 % emulze, litiny – bez kapaliny

Průměr vrtáku D (mm)	Posuv f (mm/ot)	Otáčky n (min^{-1})	Řezná rychlost v (m/min)	Maximální délka L (mm)	Trvanlivost T (min)	Osová síla F_o (N)	Potřebný výkon P (kW)
5	0,07	1 670	26,2	50	12	68	0,40
6	0,08	1 370	25,9	50	14	87	0,50
7	0,10	1 170	25,7	60	16	105	0,60
8	0,11	1 010	25,4	60	18	130	0,75
9	0,12	890	25,2	70	21	155	0,90
10	0,13	800	25,0	70	23	185	1,10
12	0,15	650	24,5	75	28	230	1,30
14	0,17	550	24,1	80	34	285	1,50
16	0,18	460	23,2	90	42	320	1,60
18	0,20	400	22,6	100	47	385	1,80
20	0,22	350	22,0	100	54	480	2,20
22	0,23	315	21,7	110	62	510	2,50
24	0,24	280	21,1	120	70	600	2,80
26	0,26	250	20,4	120	77	650	2,80
28	0,27	225	19,8	130	85	700	3,00
30	0,28	200	19,0	135	96	780	3,50
35	0,30	170	18,6	150	115	990	4,0
40	0,32	145	18,2	170	135	1 140	4,50
45	0,34	125	17,7	175	150	1 320	5,0
50	0,36	110	17,3	180	180	1 610	6,50
55	0,38	98	16,5	185	200	1 770	7,0
60	0,40	85	16,0	190	230	2 100	7,5
70	0,45	70	15,5	190	260	2 560	8,5

Pokračování

Průměr vrtáku D (mm)	Posuv f (mm/ot)	Otáčky n (min^{-1})	Řezná rychlost v (m/min)	Maximální délka L (mm)	Trvanlivost T (min)	Osová síla F_o (N)	Potřebný výkon P (kW)
Materiál obrobku litina, obrobitelnost: 11a							
5	0,11	1 510	23,8	50	12	32	0,15
6	0,12	1 350	23,2	50	13	40	0,20
7	0,13	1 030	22,6	60	17	50	0,20
8	0,15	870	22,0	60	21	62	0,25
9	0,16	760	21,5	70	22	72	0,25
10	0,17	680	21,3	70	26	85	0,30
12	0,20	550	20,5	75	32	105	0,40
14	0,22	460	20,2	80	40	125	0,50
16	0,25	395	19,8	90	48	165	0,55
18	0,27	340	19,2	100	55	190	0,70
20	0,30	305	19,0	100	62	225	0,85
22	0,32	270	18,8	110	70	260	0,96
24	0,34	240	18,2	120	80	295	1,00
26	0,36	220	17,8	120	85	315	1,10
28	0,39	200	17,7	130	90	360	1,20
30	0,41	185	17,4	135	100	400	1,40
35	0,47	150	16,8	150	125	485	1,50
40	0,51	130	16,2	170	145	590	1,90
45	0,56	110	15,8	175	165	700	2,20
50	0,61	98	15,5	180	190	850	2,60
55	0,67	86	15,1	185	215	980	2,70
60	0,71	78	14,7	190	240	1 060	3,20
70	0,78	65	14,3	100	280	1 320	3,80

Opravný součinitel k_{v2} pro materiály jiné obrobitelnosti

Třída obrobitelnosti	7a	8a	9a	10a	11a	12a	13a	14a	15a
k_{v2}	0,50	0,59	0,70	0,84	1,0	1,19	1,42	1,68	2,0

Třída obrobitelnosti	7b	8b	9b	10b	11b	12b	13b	14b	15b	16b
k_{v2}	0,29	0,35	0,42	0,50	0,60	0,70	0,84	1,0	1,15	1,44

Opravný součinitel pro jinou trvanlivost a jinou pevnost a tvrdost obráběného materiálu je uveden v další tabulce pro vrtání s předvrtáním děr

Vrtání děr s předvrtáním

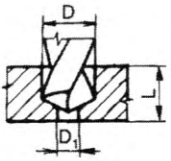
Obrobitelnost: 14b

Nástroj:

šroubovitý vrták z RO s válcovou nebo kuželovou stopkou

Řezná kapalina:

emulze vrtacího oleje



Průměr vrtáku D (mm)	Předvrtaný průměr D_1 (mm)	Posuv f (mm/ot)	Otáčky n (min^{-1})	Řezná rychlost v (m/min)	Délka díry L (mm)	Trvanlivost T (min)	Osová síla F_o (N)	Potřebný výkon P (kW)
26		0,34	250	20,4	120	75	500	3,2
	10	0,13	800	25,0	70	23	185	1,1
28		0,35	225	19,8	130	86	570	3,5
	10	0,13	800	25,0	70	23	185	1,1
30		0,37	200	19,0	135	96	660	3,6
	10	0,13	800	25,0	70	23	185	1,1
35		0,40	170	18,6	150	114	890	4,4
	10	0,13	800	25,0	70	23	185	1,1
40		0,42	145	18,2	170	138	980	5,1
	12	0,15	650	24,5	75	28	230	1,3
45		0,44	125	17,7	175	164	1 130	6,0
	12	0,15	650	24,5	75	28	230	1,3
50		0,47	110	17,3	180	180	1 420	6,7
	12	0,15	650	24,5	75	28	230	1,3
55		0,50	95	16,5	185	200	1 520	7,1
	16	0,18	460	23,2	90	42	320	1,6
60		0,54	85	16,0	190	218	1 800	9,8
	16	0,18	460	23,2	90	42	320	1,6
70		0,60	70	15,5	190	250	2 300	10,0
	16	0,18	460	23,2	90	42	320	1,6

Opravné součinitele pro změněné podmínky práce

Trvanlivost	$1/2T$	T	$2T$	$4T$	$6T$
$k_{v1} = k_{P_1}$	1,15	1	0,87	0,76	0,70

R_m (MPa)	450	600	750
$k_{M_k} = k_{P_2}$	0,80	1	1,19

R_m – mez pevnosti materiálu

Třída obrobitelnosti	7b	8b	9b	10b	11b	12b	13b	14b	15b	16b
k_{v2}	0,29	0,35	0,42	0,50	0,60	0,70	0,84	1,0	1,15	1,44

Vyhrubování děr průchozích a do dna

Obrobitelnost: 14b

Nástroj:

výhrubník z RO s kuželovou stopkou nebo nástrčný

Řezná kapalina:

emulze vrtacího oleje

Průměr díry D (mm)	Průměr vrtáku D_1 (mm)	Posuv f (mm/ot)	Otáčky n (min^{-1})	Řezná rychlost v (m/min)	Délka díry L_{max} (mm)	Trvanlivost T (min)	Osová síla F_o (N)	Potřebný výkon P (kW)
10	9,25	0,25	800	25,0	70	22	5	0,20
12	11,25	0,29	650	24,5	75	24	5	0,25
14	13,25	0,34	550	24,1	80	30	6	0,30
16	15,0	0,38	460	23,2	90	34	6	0,35
18	17,0	0,40	400	22,6	100	41	6	0,35
20	19,0	0,42	350	22,0	100	48	7	0,40
22	20,5	0,45	315	21,7	110	56	7	0,40
24	22,5	0,48	280	21,1	120	60	7	0,40
26	24,25	0,50	250	20,4	120	66	7	0,40
28	26,25	0,52	225	19,8	130	74	7	0,50
30	28,25	0,55	200	19,0	135	82	8	0,55
35	33,0	0,60	170	18,6	150	94	9	0,60
40	38,0	0,65	145	18,2	170	110	9	0,65
45	42,0	0,70	125	17,7	180	124	9	0,70
50	47,0	0,75	110	17,3	180	142	10	0,75
55	52,0	0,80	95	16,5	180	168	11	0,80
60	57,0	0,87	85	16,0	200	182	13	0,90
70	67,0	1,00	70	15,5	200	218	14	1,10

Opravné součinitele pro změněné podmínky práce

Trvanlivost	1/2T	T	2T	4T	6T
$k_{v1} = k_{P_1}$	1,23	1,0	0,81	0,66	0,58

R_m (MPa)	450	600	750
$k_{M_k} = k_{P_2}$	0,80	1,0	1,19

Poznámka: stejné řezné podmínky lze použít pro zahlubování nástroji z RO

Vystružování vyhrubovaných děr

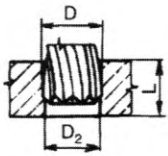
Obrobitelnost: 14b

Nástroj:

výstružník z RO s kuželovou stopkou nebo nástrčný

Řezná kapalina:

emulze vrtacího oleje



Průměr díry D (mm)	Průměr vrtáku D_1 (mm)	Průměr výbrubníku D_2 (mm)	Posuv f (mm/ot)	Otáčky n (min^{-1})	Řezná rychlost v (m/min)	Délka díry L_{max} (mm)	Trvanlivost T (min)	Osová síla F_o (N)	Potřebný výkon P (kW)
5	4,80		0,20	550	8,6	50	13	3	0,40
6	5,80		0,23	440	8,3	50	14	3	0,40
7	6,80		0,26	370	8,1	60	17	4	0,45
8	7,80		0,30	315	7,8	60	19	4	0,50
9	8,80		0,33	270	7,6	70	22	4	0,55
10	9,25	9,80	0,36	240	7,5	70	25	4	0,60
12	11,25	11,80	0,42	195	7,2	75	28	5	0,70
14	13,25	13,80	0,47	160	7,0	80	33	5	0,75
16	15,00	15,80	0,53	135	6,9	90	37	6	0,85
18	17,00	17,80	0,58	120	6,6	100	42	6	0,90
20	19,00	19,75	0,63	105	6,5	100	47	6	1,00
22	20,50	21,75	0,68	93	6,4	110	52	6	1,10
24	22,50	23,75	0,72	83	6,3	120	58	7	1,20
26	24,25	25,75	0,77	76	6,2	120	63	7	1,20
28	26,25	27,75	0,81	70	6,2	130	68	7	1,30
30	28,25	29,75	0,82	64	6,0	135	73	8	1,30
35	33,00	34,70	0,96	54	5,9	150	84	8	1,50
40	38,00	39,70	1,11	46	5,8	170	95	9	1,80
45	42,00	44,70	1,22	40	5,7	180	110	10	2,0
50	47,00	49,70	1,32	35	5,6	180	120	11	2,20
55	52,00	54,65	1,43	32	5,5	180	130	11	2,30
60	57,00	59,65	1,53	28	5,4	200	145	12	2,30
70	67,00	69,65	1,70	24	5,2	200	170	13	2,50

Opravné součinitele pro změněné podmínky práce

Trvanlivost	1/2T	T	2T	4T	6T
$k_{v1} = k_{P_1}$	1,32	1,0	0,76	0,57	0,49

R_m (MPa)	500	600	750
$k_{M_k} = k_{P_2}$	0,75	1,0	1,15

Třída obrobitelnosti	7b	8b	9b	10b	11b	12b	13b	14b	15b	16b
k_{v2}	0,29	0,35	0,42	0,50	0,60	0,70	0,84	1,0	1,15	1,44

Doporučené řezné podmínky pro vyhrubování a zahlubování nástroji s břity z RO

Obráběný materiál	D	5	8	10	12	16	20	25	30	40	50
Ocel $R_m < 600$ MPa	v	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2
	n	2 500	1 600	1 250	1 000	800	630	500	400	315	250
	f	0,14	0,25	0,28	0,335	0,40	0,45	0,45	0,50	0,56	0,63
Ocel $R_m = 600$ až 800 MPa	v	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3
	n	2 000	1 250	1 000	800	630	500	400	315	250	200
	f	0,14	0,25	0,28	0,335	0,40	0,45	0,45	0,50	0,56	0,63
Ocel $R_m > 800$ MPa	v	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2
	n	1 250	800	630	500	400	315	250	200	160	125
	f	0,08	0,16	0,20	0,224	0,25	0,28	0,315	0,40	0,45	0,50
Ocel legovaná $R_m = 700$ až 850 MPa	v	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2
	n	1 250	800	630	500	400	315	250	200	160	125
	f	0,10	0,20	0,25	0,30	0,335	0,335	0,40	0,50	0,56	0,63
Ocel legovaná $R_m = 850$ až 1 000 MPa	v	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2
	n	710	450	355	280	224	180	140	112	90	71
	f	0,071	0,14	0,18	0,20	0,224	0,25	0,28	0,315	0,335	0,40
Litina šedá HB 180–200	v	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2
	n	1 250	800	630	500	400	315	250	200	160	125
	f	0,112	0,224	0,28	0,315	0,40	0,40	0,45	0,50	0,56	0,63
Ocelolitina $R_m < 500$ MPa	v	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5
	n	1 600	1 000	800	630	500	400	315	250	200	160
	f	0,16	0,30	0,335	0,40	0,45	0,50	0,56	0,63	0,71	0,80
Ocelolitina $R_m > 500$ MPa	v	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2
	n	1 250	800	630	500	400	315	250	200	160	125
	f	0,112	0,224	0,28	0,315	0,40	0,40	0,45	0,50	0,56	0,63
Bronzy	v	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3
	n	2 000	1 250	1 000	800	630	500	400	315	250	200
	f	0,10	0,20	0,25	0,28	0,315	0,335	0,40	0,45	0,50	0,56
Mosazi HB 80 a měď	v	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5	66,5
	n	4 000	2 500	2 000	1 600	1 250	1 000	800	630	500	400
	f	0,112	0,224	0,28	0,315	0,355	0,40	0,45	0,50	0,56	0,63
Hliníkové slitiny	v	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
	n	6 300	4 000	3 150	2 500	2 000	1 600	1 250	1 000	800	630
	f	0,125	0,25	0,315	0,355	0,40	0,45	0,50	0,56	0,63	0,71
Hořčíkové slitiny	v	133	133	133	133	133	133	133	133	133	133
	n	8 000	5 000	4 000	3 150	2 500	2 000	1 600	1 250	1 000	800
	f	0,18	0,355	0,40	0,45	0,50	0,56	0,63	0,71	0,80	0,90

D – průměr nástroje (mm),
v – řezná rychlost (mm . min^{-1}),
n – otáčky nástroje (min^{-1}),
f – posuv (mm za otáčku).

Doporučené řezné podmínky pro vystružování nástroji s břity z RO

Obráběný materiál	D	6	10	16	25	40	60
Ocel $R_m \leq 600$ MPa	v n f	8 630 0,10	8 355 0,15	8 224 0,25	12 140 0,35	12 90 0,50	12 63 0,80
Ocel $R_m = 600$ až 800 MPa	v n f	6 400 0,05	6 250 0,10	6 160 0,15	8 100 0,25	8 63 0,35	8 40 0,55
Ocel $R_m > 800$ MPa	v n f	3 250 0,05	3 160 0,10	3 100 0,15	5 63 0,25	5 40 0,35	5 25 0,55
Ocel legovaná $R_m = 700$ až 850 MPa	v n f	3 250 0,08	3 160 0,10	3 100 0,20	5 63 0,25	5 40 0,35	5 25 0,50
Litina šedá HB 180 až 200	v n f	7 400 0,10	7 315 0,20	7 180 0,30	10 125 0,40	10 80 0,50	10 50 0,60
Bronzy	v n f	12 900 0,15	12 560 0,21	12 355 0,30	18 224 0,50	18 140 0,60	18 90 0,80
Zinkové slitiny	v n f	12 900 0,15	12 560 0,20	12 355 0,30	18 224 0,50	18 140 0,60	18 90 0,80
Hliníkové slitiny	v n f	12 1 000 0,20	12 630 0,25	12 355 0,30	12 250 0,40	20 140 0,60	20 100 0,80
Hořčíkové slitiny	v n f	12 1 000 0,25	12 630 0,30	12 355 0,40	20 250 0,60	20 140 0,80	20 100 1,00

D – průměr nástroje (mm),
v – řezná rychlost (m . min^{-1}),
n – otáčky nástroje (min^{-1}),
f – posuv (mm za otáčku).

Přídavky na vyhrubování a vystružování pro jmenovité průměry vystružovaných děr

Jmenovitý průměr díry (mm) (vše IT H7)	Průměr vrtáku (mm)	Průměr výhrubníku (mm)	Průměr výstružníku (mm)
4	3,80	–	4
5	4,80	–	5
6	5,80	–	6
7	6,80	–	7
8	7,80	–	8
9	8,80	–	9
10	9,80	–	10
12	11,25	11,80	12
14	13,25	13,80	14
16	15,25	15,80	16
18	17,00	17,80	18
20	19,00	19,75	20
22	20,50	21,75	22
24	22,25	23,75	24
26	24,25	25,75	26
28	26,25	27,75	28
30	28,25	29,75	30

nad 30 do 40 včetně:
∅ výhrubníku menší o 0,3 mm, ∅ vrtáku o 2,0 mm

nad 40 do 50 včetně:
∅ výhrubníku menší o 0,3 mm, ∅ vrtáku o 3,0 mm

nad 50 do 60 včetně:
∅ výhrubníku menší o 0,35 mm, ∅ vrtáku o 3,0 mm

nad ∅ 60 mm se otvory obvykle místo vystružování vyvrtávají

Přídavky na zahlubování se volí podle tvaru a rozměrů zahlubovaných děr

DOPORUČENÉ PRŮMĚRY VRTÁKŮ PRO ZÁVITY MATIC

Výběr z ČSN 01 4090
Účinnost od 1. 5. 1977 a od 1. 6. 1983

Rozměry v mm

Závit		Malý průměr závitu matice tolerance				Průměr vrtáku
jmenovitý průměr	stoupání	5H max.	6H max.	7H max.	5H, 6H, 7H min.	
1	0,25	0,785	0,800	—	0,729	0,75
1,1	0,25	0,885	0,900	—	0,829	0,85
1,2	0,25	0,985	1,000	—	0,929	0,95
1,4	0,3	1,142	1,160	—	1,075	1,10
1,6	0,35	1,301	1,321	—	1,221	1,25
1,8	0,35	1,501	1,521	—	1,421	1,45
2	0,4	1,657	1,679	—	1,567	1,60
2,2	0,45	1,813	1,838	—	1,713	1,75
2,5	0,45	2,113	2,138	—	2,013	2,05
	0,35	2,201	2,221	—	2,121	2,15
3	0,5	2,571	2,599	2,639	2,459	2,50
	0,35	2,701	2,721	—	2,621	2,65
3,5	0,6	2,975	3,010	3,050	2,850	2,90
	0,35	3,201	3,221	—	3,121	3,15
4	0,7	3,382	3,422	3,466	3,242	3,30
	0,5	3,751	3,599	3,639	3,459	3,50
4,5	0,5	4,071	4,099	4,139	3,959	4,00
5	0,8	4,294	4,334	4,384	4,134	4,20
	0,5	4,571	4,599	4,639	4,459	4,50
5,5	0,5	5,071	5,099	5,139	4,959	5,00
6	1	5,107	5,153	5,217	4,917	5,00
	0,75	5,338	5,378	5,424	5,188	5,20
7	1	6,107	6,153	6,217	5,917	6,00
	0,75	6,338	6,378	6,424	6,188	6,20
8	1,25	6,859	6,912	6,982	6,647	6,80
	1	7,107	7,153	7,217	6,917	7,00
	0,75	7,338	7,378	7,424	7,188	7,20
9	1,25	7,859	7,912	7,982	7,647	7,80
	1	8,107	8,153	8,217	7,917	8,00
	0,75	8,338	8,378	8,424	8,188	8,20

Závit		Malý průměr závitu matice tolerance				Průměr vrtáku
jmenovitý průměr	stoupání	5H max.	6H max.	7H max.	5H, 6H, 7H min.	
10	1,5	8,612	8,676	8,751	8,376	8,50
	1,25	8,859	8,912	8,982	8,647	8,80
	1	9,107	9,153	9,217	8,917	9,00
	0,75	9,338	9,378	9,424	9,188	9,20
11	1,5	9,612	9,676	9,751	9,376	9,50
	1	10,107	10,153	10,217	9,917	10,00
	0,75	10,338	10,378	10,424	10,188	10,20
12	1,75	10,371	10,441	10,531	10,106	10,20
	1,5	10,612	10,676	10,751	10,376	10,50
	1,25	10,859	10,912	10,982	10,647	10,80
	1	11,107	11,153	11,217	10,917	11,00
14	2	12,135	12,210	12,310	11,835	12,00
	1,5	12,612	12,676	12,751	12,376	12,50
	1,25	12,859	12,912	12,982	12,647	12,80
	1	13,107	13,153	13,217	12,917	13,00
15	1	14,107	14,153	14,217	13,917	14,00
16	2	14,135	14,210	14,310	13,835	14,00
	1,5	14,612	14,676	14,751	14,376	14,50
	1	15,107	15,153	15,217	14,917	15,00
17	1	16,107	16,153	16,217	15,917	16,00
18	2,5	15,649	15,744	15,854	15,294	15,50
	1,5	16,612	16,676	16,751	16,376	16,50
	1	17,107	17,153	17,217	16,917	17,00
20	2,5	17,649	17,744	17,854	17,294	17,50
	1,5	18,612	18,676	18,751	18,376	18,50
	1	19,107	19,153	19,217	18,917	19,00
22	2,5	19,649	19,744	19,854	19,294	19,50
	1,5	20,612	20,676	20,751	20,376	20,50
	1	21,107	21,153	21,217	21,917	21,00
24	3	21,152	21,252	21,382	20,752	21,00
	2	22,135	22,210	22,310	21,835	22,00
	1,5	22,612	22,676	22,751	22,376	22,50
	1	23,107	23,153	23,217	22,917	23,00

Rozměry v mm

Pokračování

Závit		Malý průměr závitu matice tolerance				Průměr vrtáku
jmenovitý průměr	stoupání	5H max.	6H max.	7H max.	5H,6H,7H min.	
25	1,5	23,612	23,676	23,751	23,376	23,50
26	1,5	24,612	24,676	24,751	24,376	24,50
27	3	24,152	24,252	24,382	23,752	24,00
	2	25,135	25,210	25,310	24,835	25,00
	1,5	25,612	25,676	25,751	25,376	25,50
	1	26,107	26,153	26,217	25,917	26,00
28	2	26,135	26,676	26,310	25,835	26,00
	1,5	26,612	1,838	26,751	26,376	26,50
30	3,5	26,661	26,771	26,921	26,211	26,50
	2	28,135	28,210	28,310	27,835	28,00
	1,5	28,612	28,676	28,751	28,376	28,50
	1	29,107	29,153	29,217	28,917	29,00
32	1,5	30,612	30,676	30,751	30,376	30,50
33	3,5	29,661	29,771	29,921	29,211	29,50
	2	31,135	31,210	31,310	30,835	31,00
	1,5	31,612	31,676	31,751	31,376	31,50
35	1,5	33,612	33,676	33,751	33,376	33,50
36	4	32,145	32,270	32,420	31,670	32,00
	3	33,152	33,252	33,382	35,752	33,00
	2	34,135	34,210	34,310	33,835	34,00
	1,5	34,612	34,676	34,751	34,376	34,50
39	4	35,145	35,270	35,420	34,670	35,00
	3	36,152	36,252	36,382	35,752	36,00
	2	37,135	37,210	37,310	36,835	37,00
	1,5	37,612	37,676	37,751	37,376	37,50
40	1,5	38,612	38,676	38,751	38,376	38,50
42	4,5	37,659	37,799	37,979	37,129	37,50
	3	39,152	39,252	39,382	38,752	39,00
	2	40,135	40,210	40,310	39,835	40,00
	1,5	40,612	40,676	40,751	40,376	40,50
45	4,5	40,659	40,799	40,979	40,129	40,50
	3	42,152	42,252	42,382	41,752	42,00
	2	43,135	43,210	43,310	42,835	43,00
	1,5	43,612	43,676	43,751	43,376	43,50
48	5	43,147	43,297	43,487	42,587	43,00
	3	45,152	45,252	45,382	44,752	45,00
	2	46,135	46,210	46,310	45,835	46,00
	1,5	46,612	46,676	46,751	46,376	46,50
50	1,5	48,612	48,676	48,751	48,376	48,50
52	5	47,147	47,297	47,487	46,587	47,00
	3	49,152	49,252	49,382	48,752	49,00
	2	50,135	50,210	50,310	49,835	50,00
	1,5	50,612	50,676	50,751	50,376	50,50
55	2	53,135	53,210	53,310	52,835	53,00
	1,5	53,612	53,676	53,751	53,376	53,50
56	5,5	50,646	50,796	50,996	50,046	50,50
	4	52,145	52,270	52,420	51,670	52,00
	3	53,152	53,252	53,382	52,752	52,00
	2	54,135	54,210	54,310	53,835	54,00
	1,5	54,612	54,676	54,751	54,376	54,50
58	2	56,135	56,210	56,310	55,835	56,00
	1,5	56,612	56,676	56,751	56,376	56,50
60	5,5	54,646	54,796	54,996	54,046	54,50
	4	56,145	56,270	56,420	55,670	56,00
	3	57,152	57,252	57,382	56,752	57,00
	2	58,135	58,210	58,310	57,835	58,00
	1,5	58,612	58,676	58,751	58,376	58,50

PŘEDVRTÁNÍ DĚR PRO ZÁVITY MATIC A MEZNÍ ROZMĚRY MALÝCH PRŮMĚRŮ

Výběr z ČSN 01 4090-2
Účinnost od 1. 10. 1964

Závit Whitworthův W (ČSN 01 4030)

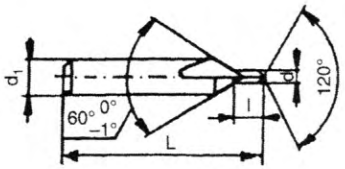
Jmenovitý (velký) průměr závitu *D*	Počet závitů na 1"	Malý průměr závitu matice		Doporučený průměr vrtáku
		min.	max.	
W ¼"	20	4,744	5,180	4,9
W 5/16"	18	6,150	6,680	6,4
W ⅜"	16	7,511	8,050	7,7
W 7/16"	14	8,808	9,400	9,1
W ½"	12	10,013	10,650	10,3
W 9/16"	12	11,601	12,250	11,8
W ⅝"	11	12,947	13,600	13,25
W ¾"	10	15,828	16,550	16,25
W ⅞"	9	18,647	19,400	19
W 1"	8	21,374	22,200	21,75
W 1 ⅛"	7	23,977	24,800	24,25
W 1 ¼"	7	27,152	28,050	27,25
W 1 ⅜"	6	29,553	30,500	30
W 1 ½"	6	32,728	33,750	33
W 1 ⅝"	5	34,829	35,900	35
W 1 ¾"	5	38,004	39,100	38,5
W 1 ⅞"	4 ½	40,467	41,650	41
W 2"	4 ½	43,642	44,850	44

Závit trubkový G (ČSN ISO 228-1)

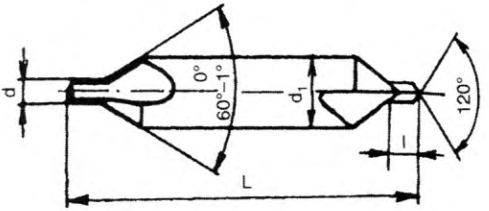
Označení závitu	Počet závitů na 1"	Malý průměr závitu matice		Doporučený průměr vrtáku
		min.	max.	
G ⅛"	28	8,586	8,920	8,8
G ¼"	19	11,470	11,830	11,7
G ⅜"	19	14,975	15,340	15,2
G ½"	14	18,661	19,050	18,8
G ⅝"	14	20,617	21,010	20,75
G ¾"	14	24,147	24,570	24,25
G ⅞"	14	27,907	28,330	28
G 1"	11	30,331	30,790	30,5
G 1 ⅛"	11	34,979	35,440	35
G 1 ¼"	11	38,992	39,460	39
G 1 ⅜"	11	41,405	41,880	41,5
G 1 ½"	11	44,885	45,390	45
G 1 ¾"	11	50,828	51,340	51
G 2"	11	56,696	57,210	–

VRTÁKY STŘEDICÍ 60° TVAR A

Výběr z ČSN 22 1110
Účinnost od 1. 1. 1981



$d \leqq 0{,}8$ mm



$d \geqq 1$ mm

Označení středicího vrtáku 60° tvaru A s jmenovitým průměrem $d = 4$ mm:

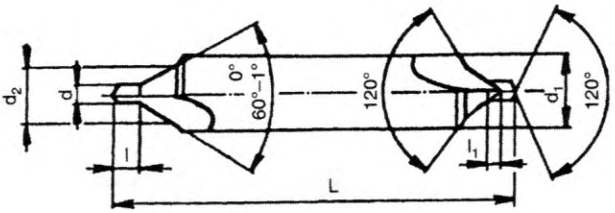
VRTÁK A4 ČSN 22 1110

Rozměry v mm

d k12	d_1 h9	L max.	l max.
(0,5)	3,15	21,0	1,0
(0,63)	3,15	21,0	1,2
(0,8)	3,15	21,0	1,5
1,0	3,15	33,5	1,9
(1,25)	3,15	33,5	2,2
1,6	4,0	37.5	2,8
2,0	5,0	42,0	3,3
2,5	6,3	47,0	4,1
3,15	8,0	52,0	4,9
4,0	10,0	59,0	6,2
(5,0)	12,5	66,0	7,5
6,3	16,0	74,0	9,2
(8,0)	20,0	83,0	11,5
10,0	25,0	103,0	14,2

VRTÁKY STŘEDICÍ 60° TVAR B

Výběr z ČSN 22 1112
Účinnost od 1. 1. 1981



Označení středicího vrtáku 60° tvaru B s jmenovitým průměrem $d = 4$ mm:

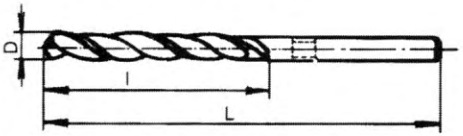
VRTÁK B4 ČSN 22 1112

Rozměry v mm

d k12	d_1 h9	d_2 k12	L	l
1,0	4,0	2,12	37,5	1,9
(1,25)	5,0	2,65	42,0	2,2
1,6	6,3	3,35	47,0	2,8
2,0	8,0	4,25	52,0	3,3
2,5	10,0	5,30	59,0	4,1
3,15	11,2	6,70	63,0	4,9
4,0	14,0	8,50	70,0	6,2
(5,0)	18,0	10,60	78,0	7,5
6,3	20,0	13,20	83,0	9,2
(8,0)	25,0	17,00	103,0	11,5
10,0	31,5	21,20	128,0	14,2

VRTÁKY ŠROUBOVITÉ S VÁLCOVOU STOPKOU
STŘEDNÍ ŘADA

Výběr z ČSN 22 1121
Účinnost od 1. 1. 1989



Označení šroubovitého vrtáku s válcovou stopkou, střední řady, s jmenovitým průměrem $d = 10$ mm:

VRTÁK 10 ČSN 22 1121

Rozměry v mm

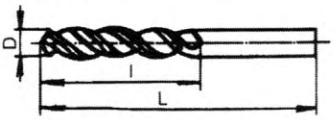
d	l	L	d	l	L	d	l	L	d	l	L	d	l	L
0,30	3	19	1,35 1,40 1,45 1,50	18	40	3,40 3,50 3,60 3,70	39	70	6,80 6,90 7,00 7,10 7,20 7,30 7,40 7,50	69	109	10,70 10,80 10,90 11,00 11,10 11,20 11,30 11,40 11,50 11,60 11,70 11,80	94	142
0,32 0,35 0,38	4													
0,40 0,42 0,45 0,48	5	20	1,55 1,60 1,65 1,70	20	43	3,80 3,90 4,00 4,10 4,20	43	75	7,60 7,70 7,80 7,90 8,00 8,10 8,20 8,30 8,40 8,50	75	117	11,90 12,00 12,10 12,20 12,30 12,40 12,50 12,60 12,70 12,80 12,90 13,00 13,10 13,20	101	151
0,50 0,52	6	22	1,75 1,80 1,85 1,90	22	46	4,30 4,40 4,50 4,60 4,70	47	80						
0,55 0,58 0,60	7	24	1,95 2,00 2,05 2,10	24	49	4,80 4,90 5,00 5,10 5,20 5,30	52	86	8,60 8,70 8,80 8,90 9,00 9,10 9,20 9,30 9,40 9,50	81	125	13,30 13,40 13,50 13,60 13,70 13,80 13,90 14,00	108	160
0,62 0,65	8	26												
0,68 0,70 0,72 0,75	9	28	2,15 2,20 2,25 2,30 2,35	27	53	5,40 5,50 5,60 5,70 5,80 5,90 6,00	57	93						
0,78 0,80 0,82 0,85	10	30	2,40 2,45 2,50 2,55 2,60 2,65	30	57									
0,88 0,90 0,92 0,95	11	32				6,10 6,20 6,30 6,40 6,50 6,60 6,70	63	101	9,60 9,70 9,80 9,90 10,00 10,10 10,20 10,30 10,40 10,50 10,60	87	133	14,25 14,50 14,75 15,00	114	169
0,98 1,00 1,05	12	34	2,70 2,75 2,80 2,85 2,90 2,95 3,00	33	61									
1,10 1,15	14	36	3,10 3,20 3,30	36	65									
1,20 1,25 1,30	16	38												

d	*l*	*L*	*d*	*l*	*L*	*d*	*l*	*L*	*d*	*l*	*L*	*d*	*l*	*L*
15,25 15,50 15,75 16,00	120	178	16,25 16,50 16,75 17,00	125	185	17,25 17,50 17,75 18,00	130	195	18,25 18,50 18,75 19,00	135	200	19,25 19,50 19,75 20,00	140	205

Směr šroubovice je pravý

VRTÁKY ŠROUBOVITÉ S VÁLCOVOU STOPKOU SE ŠROUBOVICÍ 40°, STŘEDNÍ ŘADA

Výběr z ČSN 22 1122
Účinnost od 1. 4. 1984



Označení šroubovitého vrtáku s válcovou stopkou, se šroubovicí 40°, střední řady, s jmenovitým průměrem 10 mm:

VRTÁK 10 ČSN 22 1122

Rozměry v mm

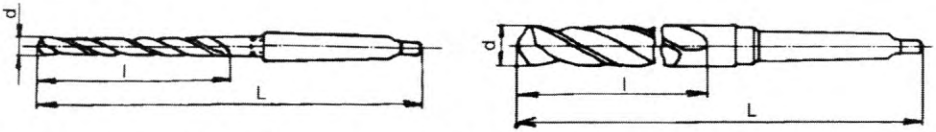
d	*l*	*L*	*d*	*l*	*L*	*d*	*l*	*L*	*d*	*l*	*L*
1,0	12	34	3,0	33	61	5,0	52	86	8,0	75	133
1,1	14	36	3,1	36	65	5,1			8,2		
1,2	16	38	3,2			5,2			8,4		
1,3			3,3			5,3			8,5		
1,4	18	40	3,4	39	70	5,4	57	93	8,6	81	125
1,5			3,5			5,5			8,8		
1,6	20	43	3,6			5,6			9,0		
1,7			3,7			5,7			9,2		
1,8	22	46	3,8	43	75	5,8			9,5		
1,9			3,9			5,9			9,8	87	133
2,0	24	49	4,0			6,0			10,0		
2,1			4,1			6,2	63	101	10,2		
2,2	53	27	4,2			6,4			10,5		
2,3			4,3	47	80	6,6			10,8	94	142
2,4	30	57	4,4			6,8	69	109	11,0		
2,5			4,5			7,0			11,5		
2,6			4,6			7,2			12,0	101	151
2,7	33	61	4,7			7,4			12,5		
2,8			4,8	52	86	7,6	75	133	13,0		
2,9			4,9			7,8					

Materiál: výkonná rychlořezná ocel

VRTÁKY ŠROUBOVITÉ S KUŽELOVOU STOPKOU

Výběr z ČSN 22 1140
Účinnost od 1. 1. 1979

základní rozměry



Označení šroubovitého vrtáku s kuželovou stopkou, s jmenovitým průměrem d = 10 mm:

VRTÁK 10 ČSN 22 1140

d	l	L	Morse kužel
5,00 5,20	52	133	1
5,50 5,80 6,00	57	138	
6,20 6,50	63	144	
6,80 7,00 7,20 7,50	69	150	
7,80 8,00 8,20 8,50	75	156	
8,80 9,00 9,20 9,50	81	162	
9,80 10,00 10,20 10,50	87	168	
10,80 11,00 11,20 11,50 11,80	94	175	
12,00 12,20 12,50 12,80 13,00 13,20	101	182	
13,50 13,80	108	189	

d	l	L	Morse kužel
14,00	108	189	1
14,25 14,50 14,75 15,00	114	212	2
15,25 15,50 15,75 16,00	120	218	
16,25 16,50 16,75 17,00	125	223	
17,25 17,50 17,75 18,00	130	228	
18,25 18,50 18,75 19,00	135	233	
19,25 19,50 19,75 20,00	140	238	
20,25 20,50 20,75 21,00	145	243	
21,25 21,50 21,75 22,00 22,25	150	248	
22,50 22,75	155	253	

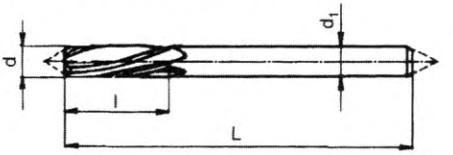
d	l	L	Morse kužel
23,00	155	253	2
23,25 23,50		276	3
23,75 24,00 24,25 24,50 24,75 25,00	160	281	
25,25 25,50 25,75 26,00 26,25 26,50	165	286	
26,75 27,00 27,25 27,50 27,75 28,00	170	291	
28,25 28,50 28,75 29,00 29,25 29,50 29,75 30,00	175	296	
30,25 30,50 30,75 31,00 31,25 31,50	180	301	
31,75	185	306	

d	l	L	Morse kužel
32,00	185	334	4
32,50 33,00 33,50			
34,00 34,50 35,00 35,50	190	339	
36,00 36,50 37,00 37,50	195	344	
38,00 38,50 39,00 39,50 40,00	200	349	
40,50 41,00 41,50 42,00 42,50	205	354	
43,00 43,50 44,00 44,50 45,00	210	359	
45,50 46,00 46,50 47,00 47,50	215	364	
48,00 48,50 49,00 49,50	220	369	

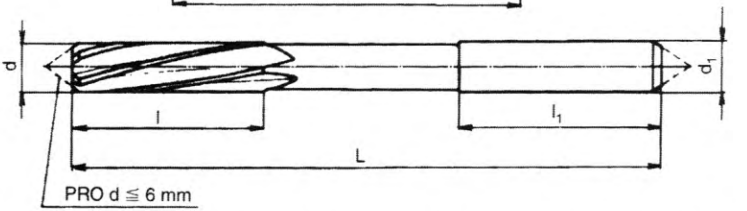
VÝSTRUŽNÍKY STROJNÍ SE ZUBY VE ŠROUBOVICI S VÁLCOVOU STOPKOU

Výběr z ČSN 22 1430
Účinnost od 1. 1. 1981

Pro $d \leqq 3{,}75$ mm



Pro $d > 3{,}75$ mm



Označení strojního výstružníku se zuby ve šroubovici s válcovou stopkou a s jmenovitým průměrem $d = 10$ mm s mezními úchylkami H7:

VÝSTRUŽNÍK 10H7 ČSN 22 1430

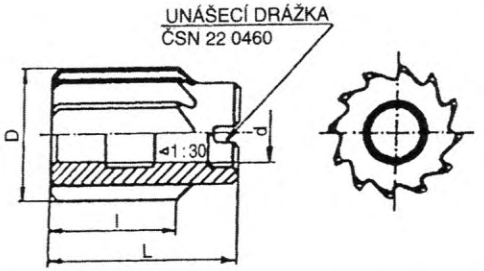
Rozměry v mm

d	d_1		L	l	l_1
2,0	2,0		49	11	–
2,2	2,2		53	12	
2,5	2,5		57	14	
2,8	2,8		61	15	
3,0	3,0				
3,2	3,2		65	16	
3,5	3,5		70	18	
4,0	4,0		75	19	32
4,5	4,5		80	21	33
5,0	5,0		86	23	34
5,5	5,6	5,5	93	26	36
6,0	5,6	6,0			
7,0	7,1	7,0	109	31	40
8,0	8,0		117	33	42
9,0	9,0		125	36	44
10,0	10,0		133	38	46
11,0			142	41	
12,0			151		
(13,0)				44	
14,0	12,5		160	47	50
(15,0)			162	50	
16,0			170	52	

Výstružníky se vyrábějí pro díry s mezními úchylkami H7 a H8
Materiál: výkonná rychlořezná ocel
Rozměry jsou stejné i pro výstružníky ČSN 22 1445

VÝSTRUŽNÍKY NÁSTRČNÉ S PŘÍMÝMI ZUBY

Výběr z ČSN 22 1447
Účinnost od 1. 7. 1988



Označení nástrčného výstružníku s přímými zuby, s jmenovitým průměrem $D = 32$ mm, na díru s mezními úchylkami H7:

VÝSTRUŽNÍK 32H7 ČSN 22 1447

Tab. 1 Rozměry v mm

D	*d*	*l*	*L*	*D*	*d*	*l*	*L*
25 26 27 28 30	13	32	45	44 45 46 47 48 50	22	45	63
32 34 35	16	36	50				
36 36 40 42	19	40	56	52 55 58 60	27	50	71

Základní rozměry výstružníků s mezilehlými průměry, které se liší od tab. 1, musí odpovídat údajům tab. 2

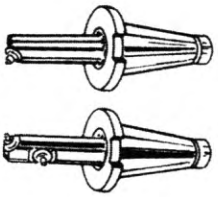
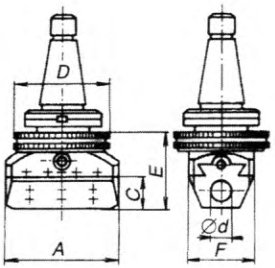
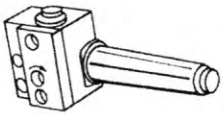
Tab. 2 Rozměry v mm

D		*d*	*l*	*L*
přes	do			
od 25,0	30,0	13	32	45
30,0	35,5	16	36	50
35,5	42,5	19	40	56
42,5	50,8	22	45	63
50,8	60,0	27	50	71

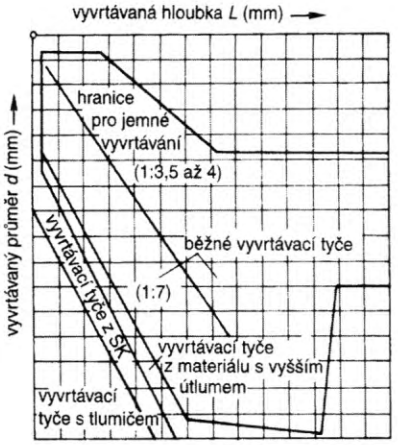
Výstružníky se vyrábějí pro díry s mezními úchylkami H7 a H8
Materiál: výkonná rychlořezná ocel
Unášecí drážky — viz ČSN 22 0460
Držáky — viz ČSN 24 1210

VYVRTÁVÁNÍ

Přehled nástrojů

Název a typové označení	Vyobrazení	Pracovní rozsahy (mm)
Vyvrtávací tyč s nožovou jednotkou		Rozsah vyvrtávaných průměrů děr 20 až 160
Univerzální vyvrtávací hlava Vhu 20, 36, 56, 80, 110, 125, 160		max. posuv saní: 20, 36, 56, 80, 110, 125, 160 max. průměr obráběné díry 110, 160, 230, 280, 340, 380, 450 max. průměr obrábění čelní plochy 150, 220, 330, 380, 430, 600, 680
Vyvrtávací hlava stavitelná Vhs		Rozsah vyvrtávaných průměrů děr 5 až 180

Doporučené pracovní rozsahy letmo upnutých vyvrtávacích tyčí



Směrné hodnoty řezných podmínek pro vyvrtávání nástrojem s břity z RO

Obráběný materiál	Třída obrobitelnosti	Hrubování			Obrábění načisto		
		řezná rychlost v ($m.min^{-1}$)	posuv f ($mm.ot^{-1}$)	hloubka řezu a (mm)	řezná rychlost v ($m.min^{-1}$)	posuv f ($mm.ot^{-1}$)	hloubka řezu a (mm)
Ocel	10b 11b 12b 13b 14b	8 až 10 10 až 13 13 až 16 16 až 20 20 až 30	0,18 až 0,25	3 až 5	15 až 19 19 až 24 24 až 30 30 až 37 37 až 48	0,06 až 0,125	0,1 až 0,5
Šedá litina	10a 11a 12a	13 až 16 16 až 20 20 až 26	0,18 až 0,25	3 až 5	25 až 30 30 až 40 40 až 50	0,06 až 0,125	0,1 až 0,5

Řezné podmínky doporučené pro vyvrtávání nástrojem s břity z SK

Obráběný materiál	Třída obrobitelnosti	Hrubování			Obrábění načisto		
		řezná rychlost v ($m.min^{-1}$)	posuv f ($mm.ot^{-1}$)	hloubka řezu a (mm)	řezná rychlost v ($m.min^{-1}$)	posuv f ($mm.ot^{-1}$)	hloubka řezu a (mm)
Ocel	10b 11b 12b 13b 14b	40 až 47 50 až 60 63 až 75 80 až 95 100 až 120	0,18 až 0,25	3 až 5	70 až 85 90 až 110 110 až 135 140 až 180 180 až 240	0,06 až 0,125	0,1 až 0,5
Šedá litina	10a 11a 12a	30 až 50 35 až 45 45 až 55	0,18 až 0,25	3 až 5	60 až 70 70 až 80 80 až 110	0,06 až 0,125	0,1 až 0,5

Řezné podmínky doporučené pro obrábění čelních ploch širokým nožem

Materiál břitu nástroje	Řezná rychlost v ($m.min^{-1}$)	Posuv f ($mm.ot^{-1}$)
Rychlořezná ocel	3 až 10	0,2 až 0,4
Slinutý karbid	8 až 40	0,03 až 0,1

Řezné podmínky doporučené pro jemné vyvrtání

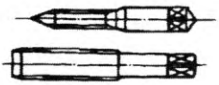
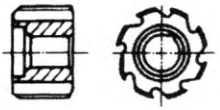
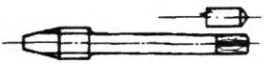
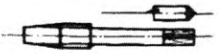
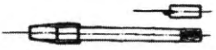
Obráběný materiál		Materiál břitu nástroje	Řezná rychlost v ($m.min^{-1}$)	Posuv f ($mm.ot^{-1}$)
druh	pevnost nebo tvrdost			
Ocel uhlíková	do 600 MPa	P 01	250 až 350	0,04 až 0,08
	600 až 850 MPa	P 10	150 až 250	
	850 až 1 000 MPa		100 až 200	0,05 až 0,08
Legovaná ocel	700 až 900 MPa	P 01	120 až 170	0,05 až 0,08
	900 až 1 100 MPa	P 10	90 až 120	
Litá ocel	300 až 500 MPa	P 01	120 až 150	0,04 až 0,08
	500 až 700 MPa	P 10	100 až 120	
	700 až 900 MPa	P 20	60 až 100	0,05 až 0,08
Šedá litina	do 180 HB	K 10, K 01	80 až 130	0,05 až 0,12
	180 až 250 HB	K 10, K 05	70 až 100	
	nad 250 HB	K 10	40 až 70	
Měď	–	K 15, K 20	250 až 500	0,03 až 0,06
Bronz	–	K 10	150 až 350	
Ložiskový kov	–	K 05	250 až 400	
Hliník	–	K 10	až 1 000	0,03 až 0,1
Lehké slitiny	–	K 10, K 05	250 až 400	
Alusil	–	K 01, K 05	80 až 150	
Lehké slitiny	–	diamant	200 a 2 000	0,02 až 0,08
Ložiskové kovy	–	diamant	150 až 800	0,02 až 0,08
Hořčíkové slitiny	–	K 05	až 1 500	0,03 až 0,1

ZÁVITNÍKY. PŘEHLED

Výběr z ČSN EN 25967
(22 3000)
Účinnost od 1. 4. 1994

Označení sady závitníků s toleranční značkou 2N:

SADA 3 ZÁVITNÍKŮ M6 – 2N ČSN EN 25967

Druh a použití			Závit	Vyobrazení	ČSN
krátké strojní a ruční závitníky		s krátkou stopkou	metrický d = 1 až 60 mm		22 3010
			trubkový G 1/8 až 1 3/4		22 3012
		s dlouhou stopkou	metrický d = 2 až 27 mm		22 3020
		nástrčné	metrický d = 52 až 120 mm		20 3030
			trubkový G 1 3/4 až 4		22 3032
		se zesílenou stopkou s krčkem s průchozí stopkou	d = 1 až 2,5 mm d = 3 až 10 mm d = 3 až 52 mm		22 3042-1 22 3042-2 22 3042-3
Maticové závitníky	ruční	pro materiál o $R_m \leqq 700$ MPa a $l \geqq 1{,}5d$ nebo o $R_m \geqq 700$ MPa a $l \leqq d$	metrický d = 1 až 6 mm		22 3062
	ruční a strojní s dlouhou závitovou částí		metrický d = 3 až 45 mm		
			trubkový G 1/8 až 1 1/2		22 3064
	strojní s krátkou závitovou částí i stopkou	pro materiál o $R \leqq 700$ MPa a $l \leqq d$	metrický d = 1,4 až 52 mm		22 3074
	strojní s krátkou závitovou částí a dlouhou stopkou				22 3074

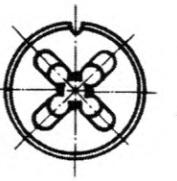
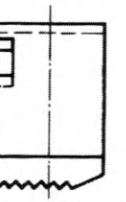
ZÁVITOVÉ ČELISTI

Výběr z ČSN EN 25968
(22 3200)
Účinnost od 1. 3. 1994

Přehled

Označení závitové čelisti s toleranční značkou:

ČELIST M10 – 6h ČSN EN 25968

Druhy závitových čelistí		Pro závit	Vyobrazení	ČSN
Kruhové	ruční a strojní	metrický s hrubou a jemnou roztečí d = 1 až 68 mm		EN 22568 (22 3210)
		trubkový válcový G 1/8 až 2 1/4		EN 24231 (22 3212)
	strojní	metrický s hrubou a jemnou roztečí d = 1 až 16 mm		22 3216
Radiální	strojní pro automatické závitové hlavy	metrický s hrubou a jemnou roztečí d = 3 až 52 mm		22 3260
		trubkový válcový G 1/8 až 1 3/4		22 3262

Doporučené řezné rychlosti (m . min^{-1}) pro závitníky a závitové čelisti

Materiál	Závitníky		Závitové čelisti	Řezná kapalina
	stoupání P (mm)			
	do 1,75	nad 1,75		
Uhlíková ocel				
do 400 MPa	12 až 15	8 až 12	4 až 6	řezný olej
do 700 MPa	15 až 18	10 až 15	5 až 7	emulze
Slitinová ocel				
nad 700 MPa	8 až 10	5 až 7	3 až 4	řepkový olej
Šedá litina				
do 180 HB	12 až 16	8 až 12	4 až 6	na sucho
nad 180 HB	6 až 8	5 až 6	3 až 4	na sucho
Hliník a slitiny	15 až 18	12 až 18	6 až 8	petrolej

Doporučené úhly čela, řezné rychlosti a kapaliny pro řezání závitů

Obráběný materiál R_m (MPa)	Úhel čela γ (°)	Řezná rychlost ($m.min^{-1}$)		Řezná kapalina
		nástrojová ocel		
		slitinová	rychlořezná	
Ocel do 600	12 až 15	6 až 10	8 až 12	emulze Robol 10 %, Katol PP
Ocel 600 až 900	8 až 12	4 až 6	6 až 8	MS olej, Katol PP
Ocel nad 900	6 až 10		4 až 6	Kalorex, Katol PP
Nástrojová ocel od 700 do 900	6 až 10		4 až 6	Kalorex, Katol PP
Korozivzdorné oceli	8 až 12		3 až 5	Kalorex, Katol PP
Ocelolitina od 450 do 700	6 až 10	2 až 5	4 až 8	Kalorex, Katol PP
Ocelolitina od 700 do 900	4 až 8		3 až 6	Kalorex, Katol PP
Temperovaná litina 450 až 700	6 až 10	4 až 8	8 až 10	emulze Robol 8 %
Temperovaná litina do 900	4 až 8		6 až 8	emulze Robol 8 %
Šedá litina	3 až 6	6 až 10	8 až 12	emulze Robol 8 %
Měď	15 až 20	5 až 10	12 až 16	MS olej
Mosaz houževnatá	6 až 10	8 až 12	12 až 18	emulze, MS olej
Mosaz křehká	3 až 6	10 až 15	20 až 28	emulze, MS olej
Bronz	5 až 8	6 až 8	8 až 10	MS olej
Zinek	15 až 20	10 až 16	16 až 20	emulze, MS olej
Slitiny hliníku houževnaté	15 až 22	15 až 20	20 až 24	emulze Alex 5 až 7 %
Slitiny hliníku křehké	12 až 18	10 až 15	16 až 20	emulze Alex 5 až 10 %
Silumin	12 až 16	10 až 15	16 až 20	emulze Alex 5 až 7 %
Elektron	4 až 8	15 až 25	26 až 34	ložiskový olej B2
Plasty	4 až 12	8 až 12	12 až 18	ložiskový olej B2

Přehled použití metrických závitníků

Obráběný materiál Pevnost v tahu (MPa)	Předvrtaný otvor	Závitníky											
		ruční krátké sadové		strojní dlouhá průchozí stopka		strojní krátké		strojní krátké, neprůběžná drážka		strojní krátké, šroubovitá drážka		strojní maticové	
		ČSN 22 3010		ČSN 22 3020		ČSN 22 3042		ČSN 22 3043		(ON 22 3044)[1])		ČSN 22 3062 22 3074	
		C	HSS	C	HSS	C	HSS	C	HSS	C	HSS	C	HSS
Ocel do 600	průchozí	×	×	×	×		×		×			×	×
	neprůchozí	×	×	×	×		×				×		
600 až 900	průchozí		×		×		×		×				×
	neprůchozí		×		×		×				×		
nad 900	průchozí		+				+		+				+
	neprůchozí		+				+				+		
Nástrojová ocel do 900	průchozí		×		×		×		×				×
	neprůchozí		×		×		×				×		
Ocel korozivzdorná a žárovzdorná	průchozí		+				+		+				+
	neprůchozí		+				+				+		
Ocelolitina	průchozí		×		×		×		×				
	neprůchozí		×		×		×				×		
Temperovaná litina do 900	průchozí		×		×		×		×				×
	neprůchozí		×		×		×				×		
Šedá litina	průchozí		×		×		×		×				
	neprůchozí		×		×		×						
Měď a její slitiny	průchozí		×		×		×		×				×
	neprůchozí		×		×		×				×		
Hliník a jeho slitiny	průchozí		×		×		×		×				
	neprůchozí		×		×		×				×		
Plasty	průchozí		×				+		×				
	neprůchozí		×				+				×		

× Použití nástroje vhodné. + Použití nástroje po konzultaci s výrobcem.

C – nástrojová ocel

HSS – rychlořezná ocel

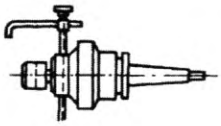
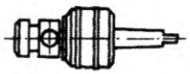
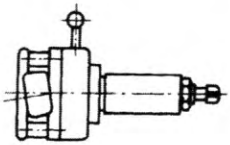
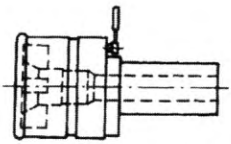
[1]) Oborové normy byly zrušeny, závitníky tohoto typu se vyrábějí.

Řezné a posuvové rychlosti pro frézování závitů

Obráběný materiál (MPa)	Válcové frézy o stoupání do 2 mm a do šířky frézování 30 mm	
	Řezná rychlost ($m \cdot min^{-1}$)	Rychlost posuvu ($mm \cdot min^{-1}$)
Ocel do 450	20	40
Ocel od 450 do 850	15	30
Ocel do 1 000	8	15
Temperovaná litina	15	40
Mosaz	40	50
Slitiny hliníku	90	50

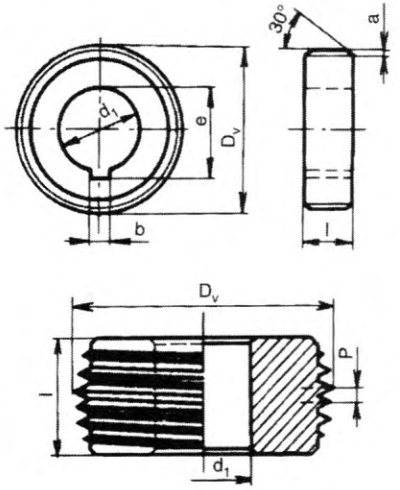
ZÁVITOVÉ HLAVY

Přehled

Název a typové označení	Vyobrazení	Pracovní rozsah
Závitová hlava Zhr20, Zhr30		M4 až M10 M8 až M16
Závitová hlava Zhb2, Zhb3		M5 až M16 M12 až M30
Závitové hlavy válcovací Zhv a Zhvu		pro Zhv podle typu M3 až M60 pro Zhvu od M12
Závitová hlava na vnější závit ČSN 24 1540		Metrický závit M3 až M33 Whitworthův závit 1/4 až 2 Trubkový závit 1/8 až 1 3/4

PŘEHLED A ZNAČENÍ TVÁŘECÍCH NÁSTROJŮ NA ZÁVITY

Závitové válcovací kotouče



D_v – vnější průměr kotouče
d_1 – průměr vrtání kotouče
l – šířka kotouče
b – šířka drážky
e – hloubka drážky včetně průměru vrtání kotouče
a – $h_3 + 0{,}1$ pro $P \leqq 0{,}8$
$h_3 + (0{,}2$ až $0{,}3)$ pro $P \geqq 1$
h_3 – hloubka profilu vnějšího závitu
P – rozteč závitu

Nástroj (označení)	Pro závit	ČSN
Závitové válcovací kotouče na válcování metrických závitů (3 páry kotoučů na válcování závitů šroubů M10 × 1 se šířkou kotoučů 40 mm pro válcovačku GWR 80)	M2 až M76	22 3410
Ploché čelisti na válcování závitů (3 páry čelistí M5 40 × 25 × 85/95)	podle určení	22 3415

Doporučené rychlosti (m . min^{-1}) při tváření závitů

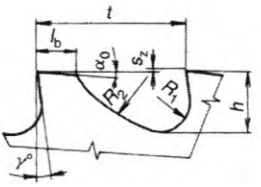
Materiál	Válcování		Tvářecí závitníky
	závit M	závit Tr	
Nízkouhlíkové oceli	50 až 60	25	3 až 5
Ostatní oceli	45	20	1 až 3
Mosaz, měď	60 až 80	25	8 až 10
Hliník a slitiny	60 až 90	25	10 až 15

Dosahovaná přesnost a drsnost závitů

Způsob výroby	Stupeň přesnosti IT	Drsnost *Ra* (μm)
Závitníky s závitovými čelistmi		
ručně	7, 8	3,2
strojně	6, 7, 8	3,2
Frézování závitů		
kotoučovou frézou	7, 8	3,2
hřebenovou frézou	7, 8	3,2
okružování	8, 9	6,3
Řezání závitů závitovými hlavami	7, 8	3,2
Na soustruzích a jednoúčelových strojích		
závitovým nožem	7, 8	1,6 až 3,2
kotoučovým nožem	7, 8	3,2
Válcování závitů		
kotouči	6, 7	0,8
čelistmi	6, 7	0,8
Broušení závitů	4, 5	0,4
Lapování závitů	4, 5	0,2

PROTAHOVACÍ A PROTLAČOVACÍ TRNY

Výběr z ČSN 22 1801
Účinnost od 1. 4. 1963



Tvar zubové mezery zubu protahovacího trnu a jeho charakteristické parametry
h – hloubka zubové mezery, t – rozteč zubů, R_1, R_2 – poloměry zubové mezery, l_b – délka řezné části trnu, s_z – posuv na zub, γ_0 – úhel čela, α_0 – úhel hřbetu

Doporučené hodnoty úhlů hřbetu a čela pro protahovací trny

Obráběný materiál	γ_0 (°)	α_0 (°)
Ocel R_m < 500 MPa	15 až 18	1 až 3
Ocel $R_m \doteq$ 800 MPa	12 až 15	1 až 3
Ocel R_m > 800 MPa	8 až 12	1 až 3
Litina HB 200	5 až 10	1 až 3
Bronzy	0 až 5	1 až 2
Mosazi	12 až 18	2 až 3
Hliníkové slitiny	15 až 30	1 až 2

Doporučené hodnoty posuvů na zub pro různé typy protahovacích trnů a různé obráběné materiály (mm)

Typy protahovacích trnů:

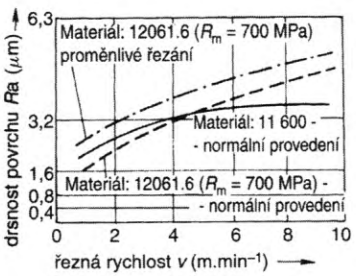
1 – protahovací trny pro kruhové profily;
2 – protahovací trny pro jednodrážkové a vícedrážkové otvory;
3 – protahovací nástroje na vnitřní drážky s evolventním bokem;
4 – protahovací nástroje na jemné drážkování;
5 – protahovací nástroje na čtyřhranné a vícehranné otvory;
6 – vnější protahování rovinných a tvarových ploch

Obráběný materiál	Typ protahováku					
	1	2	3	4	5	6
Ocel R_m < 500 MPa	0,04 až 0,06	0,06 až 0,09	0,03 až 0,05	0,04 až 0,06	0,04 až 0,06	0,06 až 0,09
Ocel R_m = 500 až 700 MPa	0,05 až 0,08	0,08 až 0,12	0,04 až 0,06	0,05 až 0,08	0,05 až 0,08	0,07 až 0,12
Ocel R_m = 700 až 900 MPa	0,03 až 0,06	0,04 až 0,09	0,02 až 0,05	0,03 až 0,06	0,03 až 0,06	0,04 až 0,09
Ocel R_m > 900 MPa	0,02 až 0,04	0,03 až 0,06	0,01 až 0,03	0,02 až 0,04	0,02 až 0,04	0,04 až 0,06
Šedá litina HB 200	0,06 až 0,10	0,09 až 0,15	0,05 až 0,08	0,06 až 0,10	0,06 až 0,10	0,09 až 0,15
Tvárná litina	0,05 až 0,08	0,07 až 0,12	0,04 až 0,06	0,05 až 0,08	0,05 až 0,08	0,07 až 0,12
Mosaz, bronz	0,06 až 0,10	0,09 až 0,15	0,05 až 0,08	0,06 až 0,10	0,06 až 0,10	0,09 až 0,15

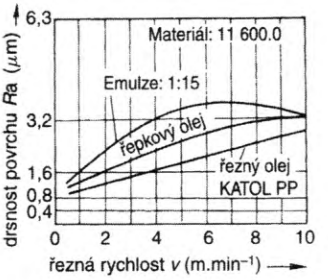
Diagram pro určení velikosti zubové rozteče t pro různé obráběné materiály

Doporučené směrné hodnoty řezných rychlostí v (m.min^{-1}) pro různé typy protahovacích trnů a různé obráběné materiály

Obráběný materiál	Typ protahováku					
	1	2	3	4	5	6
Ocel R_m < 500 MPa	10 až 15	8 až 12	6 až 10	5 až 10	8 až 12	15 až 30
Ocel R_m = 500 až 900 MPa	8 až 12	6 až 10	5 až 8	4 až 8	6 až 10	12 až 25
Ocel R_m > 900 MPa	5 až 8	4 až 8	3 až 6	3 až 6	5 až 8	10 až 20
Šedá litina HB 200	3 až 10	3 až 8	3 až 6	3 až 5	4 až 8	8 až 15
Mosaz	15 až 25	12 až 20	10 až 15	10 až 15	12 až 20	25 až 35
Běžné Al slitiny	15 až 30	12 až 25	10 až 20	12 až 25	15 až 25	25 až 50



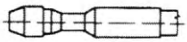
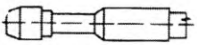
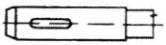
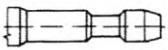
Vliv řezné rychlosti na drsnost povrchu u různého konstrukčního provedení protahovacího trnu a u různého obráběného materiálu



Vliv řezné rychlosti na drsnost povrchu při použití různých řezných kapalin

UPÍNÁNÍ PROTAHOVÁKŮ

Výběr z ČSN 22 0409
Účinnost od 1. 2. 1976

Stopka				Stopka			
tvar	druh upínání	Vyobrazení	ČSN	tvar	druh upínání	Vyobrazení	ČSN
plochý	kleštěmi		22 0480	válcový	čelistmi	Provedení 1  bez zajištění polohy proti otočení	22 0483
válcový	kleštěmi	Tvar A bez zajištění polohy proti otočení	22 0481	válcový	čelistmi	Provedení 2  bez zajištění polohy proti otočení	22 0483
válcový	kleštěmi	Tvar B se zajištěním polohy proti otočení	22 0481	válcový	čelistmi	Tvar A se zajištěním polohy proti otočení	22 0486
válcový	klínem		22 0482	válcový	čelistmi	Tvar B  bez zajištění polohy proti otočení	22 0486

Druh upínání u trnů s válcovou stopkou se volí podle protahovacího stroje

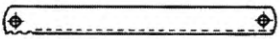
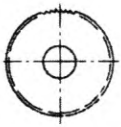
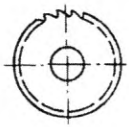
Řezné podmínky pro protahování nástroji z RO

Obráběný materiál	Hloubky třísky s_z (mm)		Řezná rychlost (m . min^{-1})
	na čisto	hrubování	
Ocel do 850 MPa	0,015	0,06 až 0,10	3 až 7,8
Litina do 180 HB	0,015	0,15	3 až 7,8
Litina do 200 HB	0,020	0,12	3 až 7,2
Slitina Al	0,005	0,20	7,8 až 16,2

PILOVÉ KOTOUČE A LISTY NA KOVY

Výběr z ČSN 22 2900
Účinnost od 1. 4. 1962

Přehled

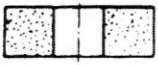
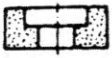
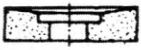
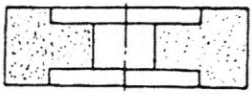
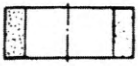
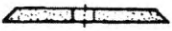
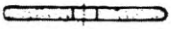
Název	Vyobrazení	ČSN
Strojní pilové listy na kovy		22 2961
Pilové kotouče s jemnými zuby		ISO 2296
Pilové kotouče s hrubými zuby		ISO 2296

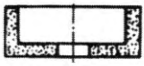
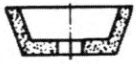
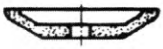
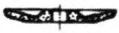
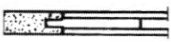
BROUŠENÍ

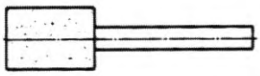
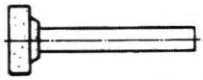
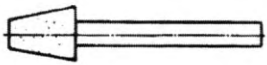
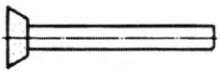
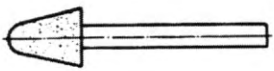
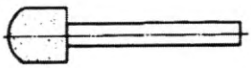
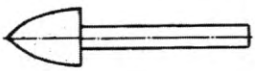
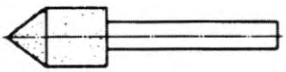
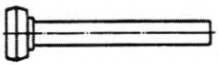
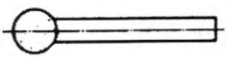
Označení názvů
dle výrobního katalogu

BROUSICÍ A ŘEZACÍ KOTOUČE A TĚLÍSKA

Přehled (pro informaci)

Název	Vyobrazení	ČSN
Brousicí kotouče ploché 48C-49C-96A-98A-99BA		22 4510
Kotouče rozbrušovací ploché 48C-49C-96A-97A		22 4513
Brousicí kotouče s jednostranným vybráním 96A		22 4520
Brousicí kotouče s jednostranným zkoseným vybráním 48C-49C-96A-99BA		EN 12413+A1
Brousicí kotouče s oboustranným vybráním 49C-98A-99BA		22 4523
Brousicí kotouče prstencové pro čelní broušení 48C-49C-98A-99A-99BA		22 4530
Brousicí kotouče jednostranně zkosené 96A-97A-99A-99BA		EN 12413+A1
Brousicí kotouče s oboustranným zkosením 99BA		EN 12413+A1
Brousicí kotouče zaoblené 99BA		EN 12413+A1

Název	Vyobrazení	ČSN
Brousicí kotouče hrncovité 48C-49C-96A-98A-99A-99BA		22 4550
Brousicí kotouče miskovité 98A-99BA		22 4552
Brousicí kotouče kuželové 48C-98A-99BA		22 4560
Brousicí kotouče na ostření třmenových kalibrů 98A		22 4570
Brousicí kotouče talířovité se zaoblenou hranou 99BA		22 4580
Brousicí kotouče talířovité 48C-99BA		EN 12413+A1
Brousicí kotouče talířovité na broušení ozubení 99A-99BA		22 4582
Brousicí kotouče talířové s vypouklým středem 96A		22 4583
Řezací kotouče s ocelovými středy 97A		22 4590

Název	Vyobrazení	ČSN
Brousicí tělíska válcová se stopkou 48C-49C-96A-98A-99BA		EN 12413+A1
Brousicí tělíska osazená se stopkou 48C-96A-98A-99BA		22 4611
Brousicí tělíska kuželová se stopkou 48C-98A-99BA		EN 12413+A1
Brousicí tělíska plochá kuželová se stopkou 48C-98A-99BA		22 4613
Brousicí tělíska kuželová zaoblená se stopkou 48C-96A-98A-99BA		EN 12413+A1
Brousicí tělíska válcová zaoblená se stopkou 48C-96A-98A-99BA		EN 12413+A1
Brousicí tělíska ogivální se stopkou 48C-98A-99BA		EN 12413+A1
Brousicí tělíska válcová, kuželovitě zakončená se stopkou 98A-99BA		EN 12413+A1
Brousicí tělíska kotoučová oboustranně zkosená se stopkou 98A-99BA		22 4618
Brousicí tělíska kulová se stopkou 48C-98A-99BA		EN 12413+A1

NÁSTROJE Z POJENÉHO BRUSIVA

Výběr z ČSN EN 12413 (22 4501)
V Aj: ČSN EN 12413+A1

Tato norma je určena pro konstruktéry, techniky a jim příbuzné technické obory.
Platí pro brousicí kotouče z korundu, karbidu křemíku a zirkonového korundu.
Neplatí pro rotační brousicí nástroje diamantové nebo nitridu boru včetně brusiva na podkladu.
Brousicí nástroje jsou vyrobeny z brusiva a pojiva. Jde o všechny brousicí kotouče ploché, hrncovité, prstencovité, segmenty a montovaná tělíska.

Brusiva

A	Korund
C	Karbid křemíku
Z	Zirkonový korund

Struktura

Struktura kotouče může být označena číslicemi, obvykle od 0 do 14, přičemž vyšší čísla udávají otevřenější strukturu.

Stupeň tvrdosti

Stupeň tvrdosti je označen písmeny z abecedy, přičemž „A" je nejměkčí a „Z" je nejtvrdší.

A	B	C	D	extra měkká
E	F	G	–	velmi měkká
H	I	J	K	měkká
L	M	N	O	střední
P	Q	R	S	tvrdá
T	U	V	W	velmi tvrdá
X	Y	Z	–	extra tvrdá

Typ zrna

96A	hnědý korund
98A	růžový korund
99A	bílý korund
99BA	bílý korund
99SA	mikrokrystalický korund
90MA	monokrystalický korund
97A	polokřehký korund
97EA	zirkonový korund
48C	černý karbid křemíku
49C	zelený karbid křemíku

Zrnitost

Makrozrnitost			Mikrozrnitost
hrubá	střední	jemná	velmi jemná
4	30	70	230
5	36	80	240
6	40	90	280
7	46	100	320
8	54	120	360
10	60	150	400
12		180	500
14		220	600
16			800
20			1 000
22			1 200
24			

Druh pojiva

V	Keramické pojivo
R	Pryžové pojivo
RF	Pryžové pojivo s výstuží
B	Pryskyřičná a jiná teplem tvrditelná organická pojiva
BF	Pryskyřičné pojivo s výztuží
E	Šelakové pojivo
MG	Magnezitové pojivo
PL	Plastické pojivo
U	Polyuretanové pojivo

Druh brousicího kotouče

Broušený materiál	Brousicí materiál
Ocel; ocel na odlitky	Al_2O_3 – Umělý korund zn. Elektrit
Ocel kalená, povrchově upravovaná	Al_2O_3 – Umělý korund bílý mikrokrystalický
Šedá litina; mosaz; měkké kovy; měď; lehké kovy a jejich slitiny; slinuté karbidy; sklo; keramické hmoty; pryž; kámen	SiC – Karbid křemíku zn. Karborundum
Nástrojové oceli; rychlořezné oceli	BN – Kubický nitrid bóru zn. Brilant

Rozdělení brusek

Pevně umístěné brusky	– kyvným ramenem – mobilní brusky, které jsou drženy upevňovacími elementy
Mobilní brusky	– brusky ručně vedeny – pružně zavěšeny s kyvným ramenem
Ruční brusky	– s ohebným hřídelem
Pevně umístěné rozbrušovačky	– speciálně konstruované pro rozbrušování nebo drážkování
Mobilní rozbrušovačky	– ručně vedené – pružně zavěšené s kyvným ramenem
Ruční rozbrušovačky	– drženy v ruce
Brusky a rozbrušovačky se zcela uzavřeným pracovním prostorem	– stacionární stroje, kde obsluha je chráněna před nebezpečím roztržením brousicího nástroje

Způsob broušení:
Obvodové broušení
Čelní broušení
Rozbrušování
Broušení s velkým přítlakem

Způsob použití

Způsob broušení	Typ stroje	Způsob použití	Brousicí nástroj	Obrobek
Broušení	Pevné umístěné brusky	Mechanicky vedené broušení	Pevný	Mechanicky vedený
			Mechanicky vedený	Pevný
			Mechanicky vedený	Mechanicky vedený
	Pevně umístěné a mobilní brusky	Ručně vedené broušení	Ručeně vedený	Pevný
			Pevný	Ručeně vedený
	Ruční brusky	Ruční broušení	Ručně vedený	Pevný
Rozbrušování	Pevně umístěné rozbrušovačky	Mechanicky vedené rozbrušování	Pevný	Mechanicky vedený
			Mechanicky vedený	Mechanicky vedený
			Mechanicky vedený	Pevný
	Pevně umístěné a mobilní rozbrušovačky	Ručně vedené rozbrušování	Ručně vedený	Pevný
			Pevný	Ručně vedený
	Ruční rozbrušovačky	Ruční rozbrušování	Ručně vedený	Pevný

Písmenné označení rozměrů brousicích materiálů

Značka	Název
A	Nejmenší šířka lichoběžníkového segmentu
B	Šířka segmentu
C	Tloušťka segmentu
D	Vnější průměr brousicích nástrojů
E	Tloušťka dna hrncovitých, talířovitých kotoučů, kotoučů s vybráním a se zkoseným vybráním
F	Hloubka prvního vybrání
G	Hloubka druhého vybrání
H	Průměr díry brousicího nástroje, průměr závitu kotoučů se závitovou vložkou
J	Nejmenší průměr miskovitého, talířovitého, zkoseného kotouče a kotouče se zesíleným středem
K	Vnitřní průměr vybrání miskovitého a talířovitého kotouče
L	Délka segmentu, délka díry se závitem u kotoučů se závitovou vložkou
L_0	Délka přesahu montovaných tělísek
L_2	Délka stopky montovaných tělísek
L_3	Délka upnutí stopky montovaných tělísek
L_1	Přečnívající délka segmentů
N	Hloubka zkoseného vybrání
P	Průměr vybrání
S_d	Průměr stopky montovaných tělísek
T	Šířka kotouče
T_D	Mezní úchylky vnějšího průměru
T_H	Mezní úchylky průměru vrtání
T_T	Mezní úchylky šířky
U	Nejmenší šířka zkosených kotoučů, kotoučů se zesíleným a vypouklým středem, např. typ 4 nebo typ 38
W	Šířka brousicího okraje hrncovitých, válcovitých a talířovitých kotoučů

Tato norma ČSN EN 12413 byla od 1. 8. 2011 nahrazena normou ČSN EN 12413+A1, která je platná ale text normy je v anglickém jazyce. Z výukových důvodů je zde ponechán text předcházející verze ČSN EN 12413, jejíž platnost byla ukončena k 1. 8. 2008.

Přehled brousicích materiálů

Umělý korund hnědý – 96A – ELECTRITE
Vysoce houževnatý materiál s největší šíří použití obsahuje 95–96 % Al_2O_3, 1,5–3 % TiO_2 a 1–2 % ostatních přírodních látek. Vyrábí se tavením bauxitu. Všestranné použití.

Umělý korund bílý – 99BA
Obsah Al_2O_3 nad 99,5 %, čistý materiál používaný především pro kotouče s keramickou vazbou. Výroba tavbou z oxidu hlinitého.

Umělý korund růžový – 98A
Legovaný bílý korund oxidem chromitým. Chróm vstupuje do krystalické mřížky a zvyšuje houževnatost. Použití především pro korozivzdorné a legované oceli.

Umělý korund mikrokrystalický – 99SA
Speciální korund vyráběný keramickou cestou s vysokou samoostřící schopností. Použití pro broušení vysoce tvrdých ocelí.

Umělý korund monokrystalický – 90MA
Speciální korund s velkými krystaly. Využití jak pro řezání tak broušení tvrdých ocelí.

Umělý korund zirkonový – 97EA
Speciální pro hrubovací operace s vysokým výkonem.

Karbid křemíku černý – 48C
Výroba redukcí SiO_2 v elektrických odporových pecích; obsah SiC nad 96 %. Všestranné použití pro broušení neželezných materiálů.

Karbid křemíku zelený – 49C
V podstatě karbid křemíku černý o vyšší čistotě. Použití stejné jako u 48C.

Kubický nitrid boru – KBN – BRILANT
Vysoce tvrdý materiál ležící svou funkčností mezi korundy a diamantem. Použití pro materiály o tvrdosti nad 60 HRC.

Pazourek
Používá se k broušení velmi tvrdých a křehkých hmot (šedá litina, porcelán, sklo), kovů (hliník, mosaz, měď), plastů, tmelů, laků a tvrdého dřeva.

Barevné pruhy a uspořádání barevných pruhů

Maximální pracovní rychlost v_s (m/s)	Barevné pruhy[1])		
	Počet a barva	Šířka barevného pruhu	Šířka mezery
50	1 × modrá	5 až 20 mm	
63	1 × žlutá		
80	1 × červená		
100	1 × zelená		
125	1 × modrá 1 × žlutá	5 až 20 mm každá	alespoň 2 mm, ne větší než šířka barevného pruhu
140	1 × modrá 1 × červená		
160	1 × modrá 1 × zelená		

[1]) Barevné pruhy musí být rovné a rovnoměrně široké. Základní barva štítku se musí jasně lišit od příslušné barvy barevného pruhu a nesmí měnit barvu pruhu

Příklad značení brousicích nástrojů

Brousicí kotouč je specifikován číslem výrobku

Příklad	Trojčíslí tvar	Druh brusiva	Číslo rozměru pořadové číslo	Provedení
	a **412**	b **51**	c **4330**	d **80**

a) **trojčíslí tvaru** – je uvedeno v sortimentní skladbě, první číslo udává:

1. brusná zrna
2. plátna a papíry
3. kotouče do průměru 50,6 mm
4. kotouče do průměru 750 mm
5. tvarové kotouče
6. segmenty, kameny
8. brousicí pomůcky

b) **druh brusiva**

	keramická vazba	vazba um. pryskyřice	vazba pryž
umělý korund			
– bílý 99A	51	54	53
hnědý 96A	71	74	73
polokřehký 97A	96	99	98
růžový 98A	61	64	63
karbid křemíku			
– černý 48C	31	34	33
zelený 49C	36	39	38

c) **číslo rozměru, poř. číslo** – je uvedeno v katalogu

d) **provedení** – specifikováno technologií

Brousicí kotouč je specifikován kvalitou

Rozměr A	Druh zrna B	Zrnitost C	Tvrdost D	Struktura E	Druh pojiva F	Prac. rychlost

Příklad:

125×10×20	**99BA**	**60**	**L**	**9**	**V**	**C35**

A – rozměr: vnější průměr×síla×průměr otvoru
B – druh základního brousicího materiálu
C – zrnitost: od čísla 14 (velmi hrubý) do čísla 600 (velmi jemný)
D – tvrdost: písmena dle A – abecedy G (velmi měkký) – S (velmi tvrdý)
E – struktura čísly – 4 (velmi hutný) – 13 (vysoce porézní)
F – druh pojiva – V – keramické
B – umělá pryskyřice
R – pryž (E – elastika)
M – magnezit

Značení jakosti brousicího nástroje

Hlavní údaje určující jakost brousicího nástroje			
	Název	Označení	Příklad
Druh brousicího materiálu	**Umělý korund:**[1]) hnědý polokřehký polokřehký růžový červený bílý bílý mikrokrystalický	A 96 A 97K A 97P A 98 A 99 A 99B A 99S A	99B A
	Karbid křemíku: zelený černý	C 49 C 48 C	
	Kubický nitrid bóru	BN	
Zrnitost	velmi hrubá hrubá střední jemná velmi jemná zvlášť jemná	7, 8, 10, 12 14, 16, 20, 22, 24 30, 36, 40, 46, 54, 60 70, 80, 90, 100, 120 150, 180, 220, 240 280, 320, 360, 400, 500, 600	60
Tvrdost	velmi měkká měkká střední tvrdá velmi tvrdá zvlášť tvrdá	G, H I, J, K L, M, N, O P, Q, R, S T, U V, W, Z	L
Sloh (struktura)	velmi hutný hutný polohutný pórovitý velmi pórovitý zvlášť pórovitý	1, 2 3, 4 5, 6 7, 8 9, 10 1, 12, 13	8
Pojivo	keramické magnezitové pryžové umělá pryskyřice	V Mg R B	V
Doplňující technologický znak	01 až 99 (popřípadě 999)[2])		01

[1]) Umělý korund je bílý v surovém stavu, výrobky z něho mohou být bílé (99BA) nebo barvené (99A).

[2]) Doplňující technologický znak je symbol, kterým se v některých případech vyjadřují úpravy brousicích nástrojů, zúžené rozměrové úchylky, typ pojiva, odchylná technologie výroby a podobně.

Maximální pracovní rychlost, bezpečnostní faktory a minimální rychlosti před roztržením pro různé typy strojů a způsoby použití

Typ stroje	Způsob použití	Maximální pracovní rychlost v_s (m/s)	Bezpečnostní faktor S	Minimální rychlost před roztržením $v_{br\,min}$ (m/s)
Pevně umístěné brusky	Mechanicky vedené broušení	< 16	3	–
		16	3	28
		20	3	35
		25	3	43
		32	3	55
		35	3	61
		40	3	69
		50	3	87
		63	3	109
		80	3	139
	Mechanicky vedené broušení, zcela uzavřené	40	1,75	53
		50	1,75	66
		63	1,75	83
		80	1,75	106
		100	1,75	132
		125	1,75	165
		140	1,75	185
		160	1,75	212
	Mechanicky vedené broušení s velkým přítlakem	63	3,5	118
		80	3,5	150
	Mechanicky vedené broušení s velkým přítlakem, zcela uzavřené	63	3	109
		80	3	139
		100	3	173
Pevně umístěné a mobilní brusky	Ručně vedené broušení	< 16	3	–
		16	3	28
		20	3	35
		25	3	43
		32	3	55
		35	3	61
		40	3	69
		50	3	87
		63	3	109
		80	3,5	150

Pokračování

Typ stroje	Způsob použití	Maximální pracovní rychlost v_s (m/s)	Bezpečnostní faktor S	Minimální rychlost před roztržením $v_{br\,min}$ (m/s)
Ruční brusky	Ruční broušení	16	3	28
		20	3	35
		25	3	43
		32	3	55
		35	3	61
		40	3	69
		50	3	87
		63	3,5	118
		80	3,5	150
Pevně umístěné rozbrušovačky	Mechanicky vedené rozbrušování	35	2	50
		40	2	57
		50	2	71
		63	2	89
		80	2	113
		100	2	141
	Mechanicky vedené rozbrušování, zcela uzavřené	63	1,75	83
		80	1,75	106
		100	1,75	132
		125	1,75	165
Pevně umístěné a mobilní rozbrušovačky	Ručně vedené rozbrušování	63	3,5	118
		80	3,5	150
Ruční rozbrušovačky	Ruční rozbrušování	50	3,5	94
		63	3,5	118
		80	3,5	150
		100	3,5	188

Bezpečnostní faktor

$$S = \left(\frac{v_{br}}{v_s}\right)^2$$

Je to poměr rychlosti pro roztržení a maximální rychlosti, umocněný na druhou

v_{br} – obvodová rychlost, při které se brousicí nástroj vlivem pnutí roztrhne (m/s),
v_s – maximální dovolená obvodová rychlost otáčejícího brousicího nástroje (m/s)

Tabulka přepočtu otáček a obvodové rychlosti v závislosti na vnějším průměru *D* brousicích nástrojů

Průměr kotouče (mm)	Maximální pracovní rychlost v_s (m/s)																	
	5	6	8	10	12	16	20	25	32	35	40	50	63	80	100	125	140	160
6	16 000	19 100	25 500	31 900	38 200	51 000	64 000	80 000	102 000	112 000	128 000	160 000	201 000					
8	12 000	14 400	19 100	24 000	29 000	38 200	48 000	60 000	76 500	84 000	95 500	120 000	150 500	191 000				
10	9 600	11 500	15 300	19 100	23 000	30 600	38 200	48 000	61 200	67 000	76 500	95 500	120 500	153 000	191 000			
13	7 400	8 850	11 800	14 700	17 700	23 550	29 500	35 600	47 100	51 500	58 800	73 500	92 600	118 000	147 000	184 000	206 000	
16	6 000	7 200	9 550	11 950	14 350	19 100	23 900	29 850	38 200	41 800	47 800	59 700	75 200	95 500	120 000	150 000	168 000	191 000
20	4 800	5 750	7 650	9 550	11 500	15 300	19 100	23 900	30 600	33 500	38 200	47 800	60 200	76 500	95 500	120 000	134 000	153 000
25	3 850	4 600	6 150	7 760	9 200	12 300	15 300	19 100	24 500	26 800	30 600	38 200	48 200	61 200	76 500	95 500	107 000	123 000
32	3 000	3 600	4 800	6 000	7 200	9 550	11 950	14 950	19 100	20 900	23 900	30 000	37 600	48 000	60 000	75 000	84 000	95 500
40	2 400	2 900	3 850	4 800	5 750	7 650	9 550	11 950	15 300	16 750	19 100	23 900	30 100	38 200	47 200	59 700	67 000	76 500
50	1 950	2 300	3 100	3 850	4 600	6 150	7 650	9 550	12 250	13 400	15 300	19 100	24 100	30 600	38 200	47 750	53 500	61 200
63	1 550	1 850	2 450	3 050	3 650	4 850	6 100	7 600	9 750	10 650	12 150	15 200	19 100	24 300	30 250	37 900	42 500	48 500
80	1 200	1 450	1 950	2 400	2 900	3 850	4 800	6 000	7 650	8 400	9 550	12 000	15 100	19 100	23 900	29 850	44 500	38 200
100	960	1 150	1 550	1 950	2 300	3 100	3 850	4 800	6 150	6 700	7 650	9 550	12 100	15 300	19 100	23 900	26 800	30 600
115	830	1 000	1 350	1 700	2 000	2 700	3 350	4 200	5 350	5 850	6 650	8 350	10 500	13 300	16 650	20 800	23 250	26 600
125	770	920	1 250	1 550	1 850	2 450	3 100	3 850	4 900	5 350	6 150	7 650	9 650	12 250	15 300	19 100	21 400	24 500
150	640	770	1 050	1 300	1 550	2 050	2 550	3 200	4 100	4 500	5 100	6 400	8 050	10 200	12 700	16 000	17 850	20 400
180	530	640	850	1 100	1 300	1 700	2 150	2 700	3 400	3 750	4 250	5 350	6 700	8 500	10 650	13 300	14 900	17 000
200	480	580	765	955	1 150	1 550	1 950	2 400	3 100	3 350	3 850	4 800	6 050	7 650	9 550	11 950	13 400	15 300
230	420	500	665	830	1 000	1 350	1 700	2 100	2 700	2 950	3 350	4 200	5 250	6 650	8 350	10 400	11 650	13 300
250	380	460	615	765	920	1 250	1 550	1 950	2 450	2 700	3 100	3 850	4 850	6 150	7 650	9 550	10 700	12 250
300	320	380	510	640	765	1 050	1 300	1 600	2 050	2 250	2 550	3 200	4 050	5 100	6 400	8 000	8 950	10 200
350/356	280	330	440	550	655	875	1 100	1 400	1 750	1 950	2 200	2 750	3 450	4 400	5 500	6 850	7 650	8 750
400/406	240	290	385	480	575	765	960	1 200	1 550	1 700	1 950	2 400	3 050	3 850	4 800	6 000	6 700	7 650
450/457	210	255	340	425	510	680	850	1 100	1 400	1 500	1 700	2 150	2 700	3 400	4 250	5 350	5 950	6 800
500/508	190	230	310	385	460	615	765	960	1 250	1 350	1 550	1 950	2 450	3 100	3 850	4 800	5 350	6 150
600/610	160	190	255	320	385	510	640	800	1 050	1 150	1 300	1 600	2 050	2 550	3 200	4 000	4 500	5 100
750/762	130	155	205	255	310	410	510	640	820	895	1 050	1 300	1 650	2 050	2 550	3 200	3 600	4 100
800/813	120	145	195	240	290	385	480	600	765	840	960	1 200	1 550	1 950	2 400	3 000	3 350	3 850
900/914	110	130	170	215	255	340	425	535	680	750	850	1 100	1 350	1 700	2 150	2 700	3 000	3 400
1 000/1 015	100	115	155	195	230	310	385	480	615	670	765	960	1 250	1 550	1 950	2 400	2 700	3 100
1 060/1 067	95	110	150	185	220	295	365	455	585	640	730	910	1 150	1 500	1 850	2 300	2 550	2 950
1 120	90	105	140	175	210	280	350	435	560	610	695	870	1 100	1 400	1 750	2 200	2 450	2 800
1 220	85	95	130	160	195	255	320	400	510	560	640	800	1 050	1 300	1 600	2 000	2 250	2 550
1 500	65	75	105	130	155	205	255	320	410	450	510	640	805	1 050	1 300	1 600	1 800	2 050
1 800	55	65	85	110	130	170	220	265	340	375	425	535	670	850	1 100	1 350	1 500	1 700

Zásady bezpečnosti práce a ochrany zdraví při práci

Kromě informací uvedených v instrukcích pro používání brusky musí být vzaty na vědomí následující instrukce:

- Dodržet informace pro uživatele od výrobce brusek.
- Před uvedením do provozu musí být namontováno a zajištěno ochranné zařízení.
- Neprovádět brousicí operace bez zajištění ochranným zařízením.
- Používat osobní ochranné pomůcky, které odpovídají typu stroje a způsobu použití, např. ochrana očí a obličeje, ochrana sluchu, ochrana dýchacího systému, pracovní obuv, ochranné rukavice a další ochranné oblečení.
- Provádět pouze brousicí operace, pro které je brousicí nástroj určen (vzít v úvahu omezení pro použití, bezpečnostní pokyny nebo další údaje).
- Při rozbrušování pomocí ručních brusek, musí být rozbrušovací nástroj veden v dělící spáře rovně tak, aby bylo zabráněno zaseknutí ruční brusky.
- Před odložením ruční brusky na pracovní stůl nebo na podlahu musí být bruska vypnuta a musí se vyčkat, až se brousicí nástroj zastaví.

Bezpečnostní pokyny, které mají sloužit jako informace pro použití, musí být dány na vědomí uživateli výrobcem nebo distributorem a mohou být uskutečněny jako:

- periodická informace
- školení obsluhy
- nebo návody pro praktická použití.

Bezpečnostní značky

Štítek	Použití	Značka
Není dovoleno pro ruční broušení a pro ručně vedené broušení	Brousicí nástroje smí být používány pouze pro mechanicky vedené broušení Poznámka: Toto omezení se týká jen brousicích nástrojů, které nebyly vyrobeny pro použití na bruskách pro ruční nebo ručně vedené broušení, je však možné je na takové stroje upínat.	
Není dovoleno pro ruční rozbrušování	Tyto brousicí nástroje nesmějí být použity na rozbrušovačkách s kyvným ramenem a ručních rozbrušovačkách. Poznámka: Tato omezení platí pouze pro brousicí nástroje, které nebyly vyrobeny pro použití na rozbrušovačkách s kyvným ramenem a ručních rozbrušovačkách, je však možné je na takové stroje upínat.	
Není dovoleno pro broušení za mokra	Tyto brousicí kotouče se smějí používat pouze na pevně umístěných bruskách pro suchá broušení.	
Dovoleno pouze pro zcela uzavřený pracovní prostor	Tyto brousicí nástroje smějí být použity pouze na pevně umístěných bruskách, jejichž zakrytí je akcdeptováno a je označeno jako „zcela uzavřený pracovní prostor“.	
Není dovoleno čelní broušení	Tyto brousicí nástroje smějí být použity pouze pro rozbrušování. Poznámka: Tato omezení platí pouze na brousicí nástroje, které byly vyrobeny pro použití na ručních rozbrušovačkách.	

VOLBA BROUSICÍHO KOTOUČE PODLE DRUHU BROUŠENÉHO MATERIÁLU

Rovinné broušení obvodem kotouče

Broušený materiál	Jakost kotouče	
Ocel		
konstrukční žíhaná, nelegovaná	A99 30–46 I–K V	A99 36 J13 V
konstrukční zušlechtěná, legovaná	A99 36–60 I–J V	
rychlořezná žíhaná	A99 30–46 I–K V	
rychlořezná zušlechtěná	A99 30–46 H–J V	
legovaná	A99 36–60 H–J V	
Litina	C49 24–36 I–L V	A99 36 J13 V
Tvárná litina	C49 30–36 I–K V	

U širšího kotouče a většího průměru se volí zrna hrubší a tvrdost měkčí, u užšího kotouče se volí tvrdost poměrně vyšší

Rovinné broušení čelem kotouče

Broušený materiál	Prstencové nebo hrncovité kotouče	Segmenty
	Jakost brousicích nástrojů	
Ocel		
konstrukční žíhaná, nelegovaná	A99 24–36 J–K V	A99 24–36 J–K V
konstrukční zušlechtěná, legovaná	A99 24–36 I–J V	A99 24–36 I–J V
rychlořezná žíhaná	A99 24–46 H–K V	A99 24–46 H–K V
rychlořezná zušlechtěná	A99 24–60 H–I V	A99 24–60 G–I V
legovaná	A99 30–36 G–I V	A99 30–36 I–K V
Šedá litina	C49 20–24 I–J V	C49 20–24 I–J V

Vnitřní válcové plochy

Průměr brousicího kotouče (mm)	Broušený materiál			
	ocel měkká tvrdý bronz	ocel zušlechtěná	šedá litina mosaz měkký bronz	všeobecné broušení oceli
	Jakost kotouče			
do 16	A99 60 M V	A99 80 K–L V	C49 60 L V	A99 80 M V
přes 16 až 40	A99 60 LM V	A99 60 K V	C49 60 K V	A99 60 M V
přes 40 až 80	A99 60 JK V	A99 60 J V	C49 46 J V	A99 60 K V
přes 80 až 125	A99 46 K V	A99 46 J V	C49 36 JK V	A99 46 K V

Materiál	v_k (m.s^{-1})	v_o (m.min^{-1})
houževnatý	25 až 30	15 až 35
křehký	18 až 25	15 až 35

Posuv: 3/4 šířky brousicího kotouče na 1 otáčku obrobku
Brousicí kotouč má být co největší, asi 3/4 až 4/5 broušené díry

Řady jmenovitých průměrů brousicích kotoučů

6	32	125	350/356	900/914
8	40	150	400/406	1 000/1 015
10	50	180	450/457	1 060/1 067
13	63	200	500/508	1 220
16	80	230	600/610	1 250
20	100	250	750/762	1 500
25	115	300	800/813	1 800

Jde o informativní údaje (včetně str. 873 až 877). Pro bližší a zaručené technické požadavky z hlediska vlastností, kvality a rozměrů je doporučeno obrátit se na výrobce nebo dodavatele.

BROUSICÍ A ŘEZACÍ KOTOUČE

Brousicí kotouče

Označení ČSN	Pojivo	Mezní pracovní obvodová rychlost ($m.s^{-1}$)			
		broušení		označení	
			strojní	doplňkové	barevné
22 4510	pryžové elastické	20	20	–	–
	umělá pryskyřice[1])	20	20	C 20	–
22 4510 a 22 4526 22 4520 až 22 4523 22 4580 až 22 4583	keramické silikátové umělá pryskyřice[2])	30	35	–	–
22 4530 22 4550 a 22 4552 22 4570 se šířkou stěny menší než 1/8*D*	keramické silikátové šelakové pryžové umělá pryskyřice[2])	25	30	–	–
22 4510 a 22 4520 s vnějším průměrem $D = 50$ mm EN 12413+A1	keramické pryžové umělá pryskyřice[2])	45	45	–	–
22 4510 a 22 4520 minimální tvrdosti M	umělá pryskyřice[2])	45	45	C 45	modrý pruh
22 4510 a 22 4520	keramické pryžové umělá pryskyřice	není dovoleno	50	C 50	dva modré pruhy
			60	C 60	žlutý pruh
			80	C 80	červený pruh
	keramické umělá pryskyřice[2])		100	C 100	zelený pruh
			125	C 125	zelený a modrý pruh
22 4510 a 22 4514 vyztužené sklotextilem (Flex) pro úhlové ruční brusky	umělá pryskyřice[2]		80	C 80	červený pruh
22 4513	pryžové	35	35	35	–
22 4513 a 22 4590	šelakové umělá pryskyřice[2])	60	60	C 60	žlutý pruh

Řezací kotouče

22 4513 a 22 4517	umělá pryskyřice	80	80	C 80	červený pruh
22 4517 vyztužené proti bočnímu namáhání		100	100	C 100	zelený pruh
22 4517 vyztužené proti bočnímu namáhání	umělá pryskyřice	125	125	C 125	zelený a modrý pruh

[1]) Pro pomaloběžné brousicí kotouče; [2]) Neplatí pro pomaloběžné brousicí kotouče

Doporučená uložení děr brousicích kotoučů na vřetenech

Kotouče	Uložení
Brousicí a řezací kotouče pro přesné broušení a hrubovací kotouče rychloběžné	H12/e8
Brousicí kotouče hrubovací a kotouče s upínacími maticemi nebo upínané lepením, určené k rovinnému broušení a všechny prstencové kotouče podle ČSN 22 4530	H13/e8
Brousicí kotouče pro bezhroté broušení a všechny kotouče se šířkou přes 80 mm	H12/d8
Brousicí kotouče s vypouklým středem ztužené sklotextilem podle ČSN 22 4514	H11/e8

Hodnoty řezných podmínek pro broušení vnějších rotačních ploch

Způsob broušení	Parametr	Materiál obrobku				
		ocel		litina		Al-slitiny
		hrubování	načisto	hrubování	načisto	
v hrotech	Obvodová rychlost brousicího kotouče ($m \cdot s^{-1}$)	25 až 35		25		25 až 30
	Obvodová rychlost obrobku ($m \cdot min^{-1}$)	15 až 20	8 až 15	15 až 22	12 až 16	20 až 30
	Podélný posuv stolu (š = šířka brousicího kotouče)	($\frac{2}{3}$ až $\frac{3}{4}$) š	$\frac{1}{2}$ š	($\frac{2}{3}$ až $\frac{3}{4}$) š	$\frac{1}{2}$ š	$\frac{1}{2}$ š
	Přísuv na otáčku obrobku u zapichovacího broušení (mm)	0,002 až 0,075	0,001 až 0,005			
bezhroté	Obvodová rychlost brousicího kotouče ($m \cdot s^{-1}$)	30 až 35				
	Obvodová rychlost podávacího kotouče ($m \cdot min^{-1}$)	0,3 až 9				
	Přísuv (volí se podle materiálu obrobku a posuvu) ($mm \cdot min^{-1}$)	0,005 až 0,3				

Při jemném broušení se obvodová rychlost brousicího kotouče snižuje až na 15 $m \cdot s^{-1}$ a podélný posuv stolu se volí $\frac{1}{10}$ až $\frac{1}{5}$ šířky brousicího kotouče.

Hodnoty řezných podmínek pro broušení děr

Parametr	Materiál obrobku	
	houževnatý	křehký
Obvodová rychlost brousicího kotouče ($m \cdot s^{-1}$)	25 až 30	18 až 25
Obvodová rychlost obrobku ($m \cdot min^{-1}$)	15 až 35	
Posuv na 1 otáčku obrobku	3/4 šířky brousicího kotouče	
Průměr brousicího kotouče	3/4 až 4/5 průměru broušené díry	

Doporučené směrnice pro volbu zrnitosti v závislosti na drsnosti povrchu

Zrnitost	Drsnost povrchu *Ra* (μm)					
	Obvodové broušení		Rovinné broušení		Hrubé broušení	Dokončovací brousicí operace (honování, superfinišování)
	vnější	vnitřní	vertikální (segmenty)	horizontální		
200, 160					3,2	
125, 100, 80			3,2 až 1,6		3,2 až 6,3	
50, 40, 32, 25	1,6 až 0,4	3,2 až 0,8	1,6 až 0,8	1,6 až 0,8		
16, 12, 10	0,4 až 0,1	0,8 až 0,2	0,8 až 0,2			0,3 až 0,1
8, 6, 5, 3	0,05 až 0,1	0,05 až 0,2				0,1 až 0,05

Druhy diamantového brusiva

Diamantový prášek	Syntetický	Přírodní
Prosívaný		
– pro kovové vazby	DSK	DK
– pokovený	DSK-M	DK-M
– homogenizovaný	DSK-X	DK-X
– pro pryskyřičné vazby	DSP	DP
– pokovený	DSP-M	DP-M
– homogenizovaný	DSP-X	DP-X
Mikronový	DSM	DM
– hrubě tříděný	DSH	DH

Hodnoty pro volbu diamantového brusiva

Zrnitost diamantu	Použití	Drsnost povrchu *Ra* (μm)
200/160 60/125	Pro účinné broušení a hrubování, kde záleží více na úběru než na jakosti výbrusu	1,2
125/100 100/80	Nejčastěji používaná zrnitost pro hrubování a pro předbroušení pro následující dokončení jemnějším kotoučem	0,8
80/63 63/50	Pro jemné dokončovací broušení a ostření řezných nástrojů se slinutými karbidy	0,4
50/40 10/7	Pro dokončovací broušení a lapování	0,2 0,08
7/5 5/3	Nejpoužívanější zrnitost pro leštění volným i vázaným brusivem	0,05 0,03

Tvrdost nástrojů z kubického nitridu bóru (KNB)

Tvrdost pojiva	Rozdělení ve skupině
Měkké	M 3
Středně měkké	SM 1, SM 2
Střední	S 1, S 2
Středně tvrdé	ST 1, ST 2, ST 3
Tvrdé	T 1, T 2
Velmi tvrdé	VT 1

Nástroje v keramickém pojivu jsou charakterizovány různým stupněm tvrdosti. Čísla 1, 2, 3 značí rozdělení ve skupině (vyšší číslo znamená vyšší tvrdost)

Drsnost povrchu při broušení brusivem KNB

Zrnitost	Drsnost opracovaného povrchu *Ra* (μm)	
	kotouče v keramickém pojivu	kotouče v organickém pojivu
200/160 až 100/80	1,6 až 0,8	0,8 až 0,4
80/63 až 50/40	0,8 až 0,4	0,4 až 0,2
40/32 až 5/3	–	0,2 až 0,05

Hodnoty řezných podmínek při broušení KNB

Pojivo	Řezná rychlost ($m.s^{-1}$)	Podélný posuv ($mm.min^{-1}$)	Hloubka řezu (mm)
Organické	20 až 30	0,5 až 1,5	0,01 až 0,03
Keramické	35 až 40	1 až 2	0,03 až 0,08

Volba brusiva KNB pro různé použití

Operace – nástroj	Typ kotouče	Pojivo	Zrnitost	Tvrdost	Koncentrace
Ostření nožů, vrtáků, ručního nářadí	E 20 E 30 E 40 E 41	O K	63/50 160/125 100/80 - 200/160	– S 1 – ST 3	
Ostření čel zubů fréz, odvalovacích fréz, závitníků, výstružníků s přímou drážkou, protahovacích trnů	E 50 E 45 E 55 E 53 E 82	O K	63/50 - 100/80 100/80	– SM 1 – S 1	 100
Ostření čel zubů fréz, odvalovacích fréz, výhrubníků, výstružníků, závitníků se šroubovitou drážkou	E 46 E 56 E 80 E 81	O K 	63/50 - 100/80 100/80 - 160/125	– SM 1 – S 2 	
Ostření hřbetů zubů fréz, výstružníků, výhrubníků	E 40 E 50 E 41 E 42	O K 	63/50 - 160/125 200/160 100/80 -	– S 1 – ST 1 	
Ostření závitových oček, žlábkových nožů	E 15 E 12	K 	63/50 - 160/125	ST 1 – T 1	100 – 150
Ostření čel obrážecích hřebenových a kotoučových nožů	E 10 E 90 E 12	O K	63/50 - 100/80 50/40 - 100/80	– SM 2 – S 2	 100
Tvarové broušení nožů	E 60 E 61	O K	50/40 - 100/80 63/40 - 160/125	– ST 3 – T 2	 150
Ruční dokončovací ostření nástrojů	E 05 06 07 08	K 	10/7 - 100/80	ST 3 – T 2	150

POZNÁMKY:

Navštivte naše internetové stránky:
www.albra.cz

Objednávky zasílejte na e-mail:
uvaly@albra.cz

UPÍNACÍ PRVKY NÁSTROJŮ A PŘÍPRAVKŮ

PŘEHLED UPÍNACÍCH PRVKŮ NÁSTROJŮ

Výběr z ČSN 22 0400
Účinnost od 1. 4. 1959

Název	ČSN
Kuželovitosti nástrojových stopek a dutin	ISO 297, 22 0403
Nástrojové stopky a dutiny	ISO 297
Velikosti nástrojových kuželů strmých	22 0406
Závity kuželových stopek pro upínací šroub	ISO 297
Válcové konce frézovacích trnů	22 0408
Upínání protahováků	22 0409
Kuželové stopky metrické se závitem pro upínací šroub	ISO 296
Kuželové dutiny metrické s dírou pro upínací šroub	ISO 296
Válcové stopky s ploškou pro frézy	ISO 3338-1
Kuželové stopky metrické s vyrážečem	ISO 296
Kuželové dutiny metrické s otvorem pro vyrážeč	ISO 296
Kuželové stopky Morseovy se závitem pro upínací šroub	ISO 296
Kuželové dutiny Morseovy s dírou pro upínací šroub	ISO 296
Kuželové stopky Morseovy se závitem pro upínací šroub s předním unášečem	22 0422
Konce vřeten s kuželovou dutinou Morseovou s vybráním pro přední unášeč a kuželem pro frézovací hlavy	22 0423
Kuželové stopky Morseovy s vyrážečem	ISO 296
Kuželové dutiny Morseovy s otvorem pro vyrážeč	ISO 296
Kuželové stopky s otvory pro zajištění klínem	22 0426
Pojištění kuželové stopky Morseovy velikosti 2	22 0427
Kuželové dutiny s otvory pro zajištění klínem pro nástroje s kuželovou stopkou	22 0429
Stopky nástrojů s kuželem 7 : 24 pro ruční výměnu	ISO 297
Stopky nástrojů s kuželem 7 : 24	ISO 297
Krátké kuželové stopky Morseovy s vyrážečem	22 0440
Krátké kuželové dutiny Morseovy s otvorem pro vyrážeč	22 0441
Krátké kuželové stopky Morseovy	22 0442
Krátké kuželové dutiny Morseovy s otvorem pro pojišťovací šroub	22 0443
Kuželové stopky a dutiny pro vrtačková sklíčidla	ISO 239
Drážky a unášeče nástrčných výhrubníků a výstružníků (kužel 1 : 30)	22 0460
Nástrojové čtyřhrany	22 0465
Nástrojové čtyřhranné otvory se dnem	22 0472
Průřezy upínacích částí soustružnických a hoblovacích nožů	22 0473
Průměry válcových stopek řezných nástrojů	22 0475
Průměry válcových stopek fréz	ISO 3338-1
Stopky protahovacích trnů ploché	22 0480
Přední válcové stopky protahováků pro upínání kleštinami	22 0481
Přední válcové stopky protahováků pro upínání klínem	22 0482
Stopky protahovacích trnů válcové	22 0483

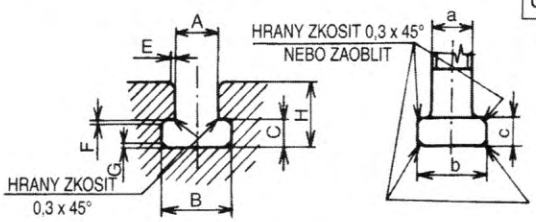
PRŮMĚRY NÁSTROJOVÝCH DUTIN PRO NÁSTROJE S VÁLCOVOU STOPKOU

Výběr z ČSN 20 1505
Účinnost od 1. 1. 1985

Průměry musí být voleny z řady:
6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, (30), 32, 40, 50, 60, (63), 80, 100, 125, 160 a 200 mm
Rozměry uvedené v závorce se nedoporučují
Mezní úchylka H5, H6 nebo H7, podle třídy přesnosti stroje

OBROBENÉ T-DRÁŽKY

Výběr z ČSN 02 1030
Účinnost od 1. 1. 1992



E, F, G ZKOSIT POD ÚHLEM 45° NEBO ZAOBLIT

Rozměry v mm

Drážka										Šroub		
A	*B*		*C*		*H*		*E*	*F*	*G*	*a*	*b*	*c*
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	max.	max.	max.			
5	10,0	11,0	3,5	4,5	8	10	1,0	0,6	1,0	M4	9	3
6	11,0	12,5	5,0	6,0	11	13	1,0	0,6	1,0	M5	10	4
8	14,5	16,0	7,0	8,0	15	18	1,0	0,6	1,0	M6	13	6
10	16,0	18,0	7,0	8,0	17	21	1,0	0,6	1,0	M8	15	6
12	19,0	21,0	8,0	9,0	20	25	1,0	0,6	1,0	M10	18	7
14	23,0	25,0	9,0	11,0	23	28	1,6	0,6	1,6	M12	22	8
18	30,0	32,0	12,0	14,0	30	36	1,6	1,0	1,6	M16	28	10
22	37,0	40,0	16,0	18,0	38	45	1,6	1,0	2,5	M20	34	14
28	46,0	50,0	20,0	22,0	48	56	1,6	1,0	2,5	M24	43	18
36	56,0	60,0	25,0	28,0	61	71	2,5	1,0	2,5	M30	53	23
42	68,0	72,0	32,0	35,0	74	85	2,5	1,6	4,0	M36	64	28
48	80,0	85,0	36,0	40,0	84	95	2,5	2,0	6,0	M42	75	32
54	90,0	95,0	40,0	44,0	94	106	2,5	2,0	6,0	M48	85	36

Tolerance jmenovitého rozměru drážky *A*: H12 pro upínací drážky, H8 pro vodicí drážky

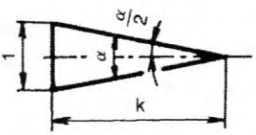
Rozměry v mm

Jmenovitá šířka drážky *A*	Rozteč drážek *P*
5	20 – 25 – 32
6	25 – 32 – 40
8	32 – 40 – 50
10	40 – 50 – 63
12	50 – 63 – 80
14	63 – 80 – 100
18	80 – 100 – 125
22	100 – 125 – 160
28	100 – 125 – 160 – 200

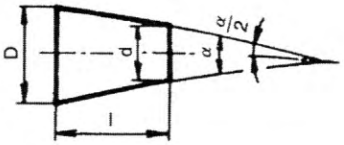
KUŽELOVITOST NÁSTROJOVÝCH STOPEK A DUTIN

Výběr z ČSN ISO 297 (22 0430) Účinnost od 1. 4. 2005

Kuželovitost $1 : k$



Kuželovitost $(D - d) : l$



Kužel	Kuželovitost	Vrcholový úhel α	Úhel nastavení na stroji $\alpha/2$
vrtání a trny pro výstružníky a výhrubníky	1 : 30 = 0,033 33	1°54′34″	57′17″
metrický	1 : 20 = 0,050 00	2°51′52″	1°25′56″
0	1 : 19,212 = 0,052 05	2°58′54″	1°29′27″
1	1 : 20,047 = 0,049 88	2°51′26″	1°25′43″
Morseův, 2	1 : 20,020 = 0,049 95	2°51′40″	1°25′50″
Morseův 3	1 : 19,922 = 0,050 20	2°52′32″	1°26′16″
krátký a pro vrtačková 4	1 : 19,254 = 0,051 94	2°58′30″	1°29′15″
sklíčidla (stopky a dutiny) 5	1 : 19,002 = 0,052 63	3°00′52″	1°30′26″
(1, 2, 3) 6	1 : 19,180 = 0,052 14	2°59′10″	1°29′35″
strmý	7 : 24 = 1 : 3,428 6 = 0,291 67	16°35′40″	8°17′50″
pro upínání frézovacích hlav	3 : 10 = 0,300 00	17°03′42″	8°31′51″

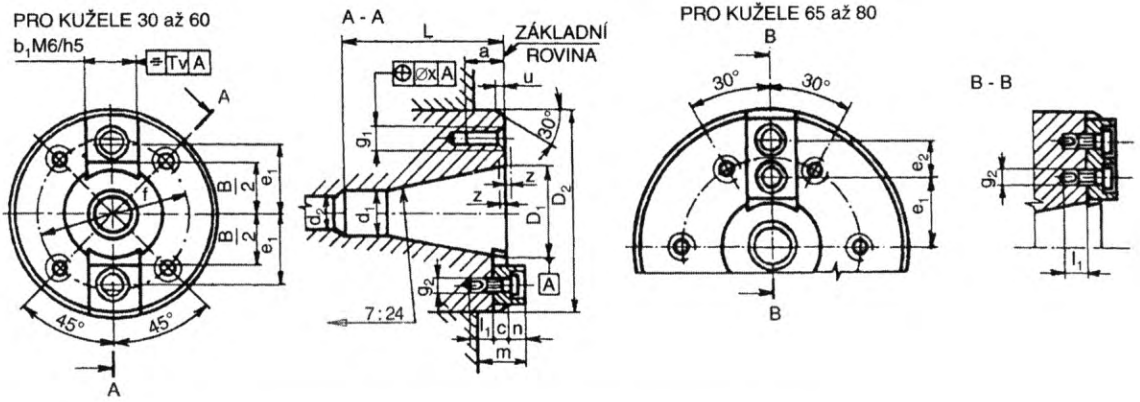
PŘEHLED NÁSTROJOVÝCH KUŽELŮ PRO STOPKY A DUTINY

Výběr z ČSN ISO 297 (22 0430) Účinnost od 1. 4. 2005

Kužel	Velikost kužele (označení)
metrický	4, 6, 80, 100, 120, 160, 200
Morseův	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6
strmý	30, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80
pro vrtačková sklíčidla	B 10, B 12, B 16, B 18, B 22, B 24

KONCE VŘETEN A STOPKY NÁSTROJŮ A TRNŮ S KUŽELEM 7 : 24

Výběr z ČSN ISO 297
(22 0430, 22 0433)
Účinnost od 1. 4. 2005



Rozměry v mm

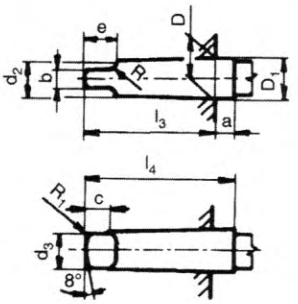
Velikost kužele	D_1	D_2 h5	d_1 H12	d_2 min.	L min.	g_1 [1] 4H5H	g_2 [2] 4H5H/4H	a min.	f	l_1	m min.	n max.	$B/2$ min.	b_1 M6/h5	c min.	u	e_1 ±0,2	e_2
30	31,750	69,832	17,4	17	73	M10	M6	16	54,0	9	12,5	8,0	16,5	15,9	8,0	2,0	25,0	
40	44,450	88,882	25,3	17	100	M12	M6	20	66,7	9	16,0	8,0	23,0	15,9	8,0	2,0	33,0	
45	57,150	101,600	32,4	21	120	M12	M8	20	80,0	12	18,0	9,5	30,0	19,0	9,5	2,0	40,0	
50	69,850	128,570	39,6	27	140	M16	M12	25	101,6	18	19,0	12,5	36,0	25,4	12,5	3,0	49,5	
55	88,900	152,400	50,4	27	178	M20	M12	30	120,6	18	25,0	12,5	48,0	25,4	12,5	3,0	61,6	
60	107,950	221,440	60,2	35	220	M20	M12	30	177,8	18	38,0	12,5	61,0	25,4	12,5	3,0	73,0	22
65	133,350	280,000	75,0	42	265	M24	M16	36	220,0	25	38,0	16,0	75,0	32,0	16,0	4,0	90,0	25
70	165,100	335,000	92,0	42	315	M24	M16	45	265,0	25	50,0	20,0	90,0	32,0	20,0	4,0	106,0	36
75	203,200	400,000	114,0	56	400	M30	M20	56	315,0	30	50,0	25,0	108,0	40,0	25,0	4,0	130,0	42
80	254,000	500,000	140,0	56	500	M30	M20	63	400,0	30	50,0	31,5	136,0	40,0	31,5	4,0	160,0	58

[1]) U kuželů 65, 70, 75 a 80 je šest upínacích závitů ($60° = 2 \times 30°$)
[2]) U kuželů 60 až 80 jsou dvojice šroubů s roztečí e_2
$z = 0{,}4$

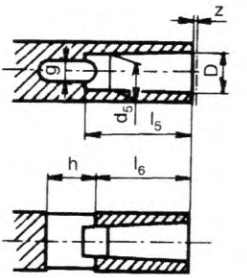
KRÁTKÉ NÁSTROJOVÉ KUŽELE MORSEOVY S VYRAŽEČEM

Výběr z ČSN 22 0440 a 22 0441
Účinnost od 1. 1. 1970

Krátké kuželové stopky Morseovy
s vyrážečem ČSN 22 0440



Krátké kuželové dutiny Morseovy
s otvorem pro vyrážeč ČSN 22 0441



Rozměry v mm

Velikost kužele	D	Stopka					Dutina	
		D_1	d_2	l_3 max.	l_4 max.	a	l_5 min.	l_6
0	8,291	8,718	6,1	41,8	50	8,2	37,4	34,5
1	11,242	11,666	9,0	45,5	54	8,5	39,0	35,5
2	16,856	17,306	14,0	56,0	65	9,0	48,4	44,5
3	22,671	23,248	19,1	70,5	82	11,5	60,2	55,0
4	29,709	30,348	25,2	87,7	100	12,3	75,7	68,0
5	42,373	43,125	36,5	110,7	125	14,3	96,0	86,5

Krátké nástrojové kužele se používají u nástrojů a příslušných držáků u revolverových soustruhů a soustružnických automatů.

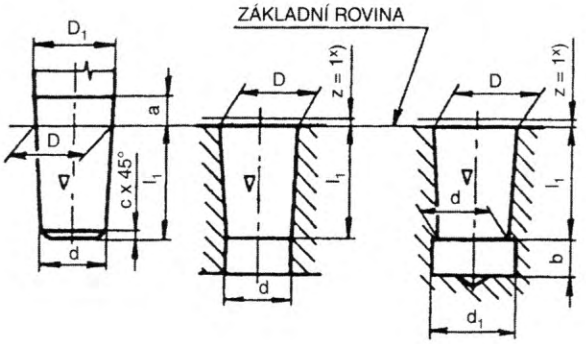
Průměry D_1 a d_2 jsou informativní. Skutečné hodnoty se určí ze skutečných rozměrů a, l_3 a kuželovitosti

Dutina metrická	4	6	80	100	120	160	200
z (mm)	0,5	0,5	2	2	2	3	3

Dutina Morseova	0	1	2	3	4	5	6
z (mm)	1	1	1	1	1,5	1,5	2

KUŽELOVÉ STOPKY A DUTINY PRO VRTAČKOVÁ SKLÍČIDLA

Výběr z ČSN ISO 239
(22 0444)
Účinnost od 1. 3. 2005



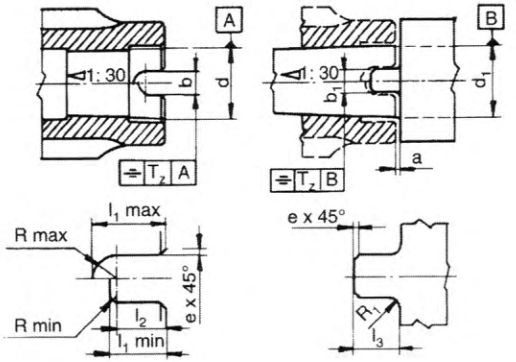
Rozměry v mm

Označení velikosti kužele	Kužel Morse	Kuželovitost	D	D_1	d	d_1	l_1	α_{max}	b	c
B10	1	1 : 20,047 0,049 88	10,094	10,3	9,4	9,8	14,5	3,5	3,5	1,0
B12			12,065	12,2	11,1	11,5	18,5			
B16	2	1 : 20,020 0,049 95	15,733	16,0	14,5	15,0	24,0	5,0	4,0	1,5
B18			17,780	18,0	16,2	16,8	32,0			
B22	3	1 : 19,992 0,050 20	21,793	22,0	19,8	20,5	40,5		4,5	2,0
B24			23,825	24,1	21,3	22,0	50,5			

*) z — maximální dovolená úchylka polohy základní roviny, v které se nachází průměr D, od jeho teoretické polohy

DRÁŽKY A UNAŠEČE NÁSTROJOVÝCH KUŽELŮ 1 : 30 PRO NÁSTRČNÉ VÝHRUBNÍKY A VÝSTRUŽNÍKY

Výběr z ČSN 22 0460
Účinnost od 1. 11. 1991



Rozměry v mm

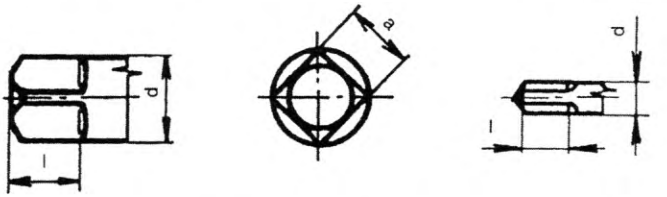
Nástroj							Držák						
d −IT11	b H13	l_1 min.	l_1 max.	R min.	R max.	l_2	d_1 H7/h6	b_1 h12	l_3 h12	R_1 max.	z	e +0,2
13	4,3	5,4	7,0	0,6	2,15	4,8	13	4	4,6	0,3	0,15	0,3
16	5,4	6,2	8,3	0,6	2,70	5,6	16	5	5,6	0,4	0,20	0,4
19	6,4	7,8	10,2	0,8	3,20	7,0	19	6	6,7	0,5		0,5
22	7,4	8,6	11,3	1,0	3,70	7,6	22	7	7,7			
27	8,4	9,3	12,5	1,0	4,20	8,3	27	8	8,8	0,6		0,6
32	10,4	10,5	14,5	1,2	5,20	9,3	32	10	9,8			
40	12,4	11,2	16,2	1,2	6,20	10,0	40	12	11,0	0,8		0,8
50	14,4	13,1	18,7	1,6	7,20	11,5	50	14	12,0			

d_1	a	
	min.	max.
13	0,3	1,4
16		
19	0,4	1,7
22		
27		
32	0,5	2,2
40		
50		

Rozměr a platí pro nastavení pohyblivého unašeče od čela nástroje

NÁSTROJOVÉ ČTYŘHRANY A DUTINY

Výběr z ČSN 22 0465
Účinnost od 1. 1. 1993



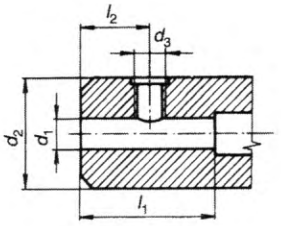
Rozměry v mm

a	*l*	*d*			*a*	*l*	*d*		
		od	do	doporučený			od	do	doporučený
0,90	4	1,06	1,18	1,12	9,00	12	10,60	11,80	11,20
1,00		1,18	1,32	1,25	10,00	13	11,80	13,20	12,50
1,12		1,32	1,50	1,40	11,20	14	13,20	15,00	14,00
1,25		1,50	1,70	1,60	12,50	16	15,00	17,00	16,00
1,40		1,70	1,90	1,80	14,00	18	17,00	19,00	18,00
1,60		1,90	2,12	2,00	16,00	20	19,00	21,20	20,00
1,80		2,12	2,36	2,24	18,00	22	21,20	23,60	22,40
2,00		2,36	2,65	2,50	20,00	24	23,60	26,50	25,00
2,24	5	2,65	3,00	2,80	22,40	26	26,50	30,00	28,00
2,50		3,00	3,35	3,15	25,00	28	30,00	33,50	31,50
2,80		3,35	3,75	3,55	28,00	31	33,50	37,50	35,50
3,15	6	3,75	4,25	4,00	31,50	34	37,50	42,50	40,00
3,55		4,25	4,75	4,50	35,50	38	42,50	47,50	45,00
4,00	7	4,75	5,30	5,00	40,00	42	47,50	53,00	50,00
4,50		5,30	6,00	5,60	45,00	46	53,00	60,00	56,00
5,00	8	6,00	6,70	6,30	50,00	51	60,00	67,00	63,00
5,60		6,70	7,50	7,10	56,00	56	67,00	75,00	71,00
6,30	9	7,50	8,50	8,00	63,00	62	75,00	85,00	80,00
7,10	10	8,50	9,50	9,00	71,00	68	85,00	95,00	90,00
8,00	11	9,50	10,60	10,00	80,00	75	95,00	106,00	100,00

UPÍNACÍ POUZDRA STOPKOVÝCH ČELNÍCH VÁLCOVÝCH FRÉZ S UPÍNACÍMI ŠROUBY NA UPÍNÁNÍ VÁLCOVÝCH STOPEK S PLOŠKOU

Výběr z ČSN ISO 5414-1-2
(24 1484)
Účinnost od 1. 3. 2005

a) Upínací pouzdra pro stopky s jednou ploškou

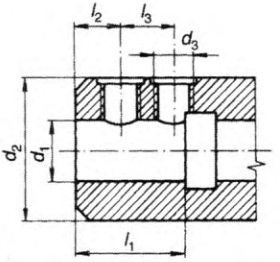


Rozměry v mm

d_1 H5	l_1 ±1	l_2 0 −1	d_2 0 −1	d_3 6H
6	35	18	25	M6
8	35	18	28	M6
10	39	20	35	M10
12	44	22,5	42	M12
16	47	24	48	M14
20	49	25	52	M16

Poznámky:
1) Připojovací rozměry různých typů pouzder jsou v ČSN ISO 5414-2
2) Upínací válcové stopky jsou v ISO 3338-1

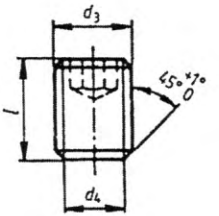
b) Upínací pouzdra pro stopky se dvěma ploškami



Rozměry v mm

d_1 H5	l_1 ±1	l_2 0 −1	l_3 ±0,5	d_2		d_3 6H
25	54	24	25	65	0 −1	M18 × 2
32	58	24	28	72		M20 × 2
40	68	30	32	90	max.	M20 × 2
50	78	35	35	100		M24 × 2
63	88	40	40	130		M24 × 2

c) Upínací šroub



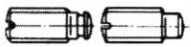
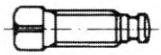
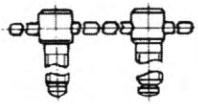
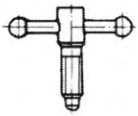
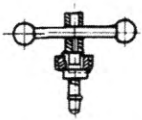
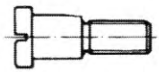
Rozměry v mm

d_3 6h	d_4 +0,1 0	l^1)	d_1	d_3 6h	d_4 +0,1 0	l^1)	d_1
M6	4,2	10	6	M18 × 2	12	20	25
M8	5,5	10	8	M20 × 2	14	20	32
M10	7	12	10	M20 × 2	14	25	40
M12	8	16	12	M24 × 2	18	25	50
M14	10	16	16	M24 × 2	18	33	63
M16	11	16	20				

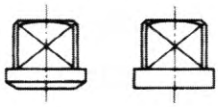
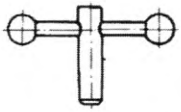
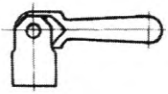
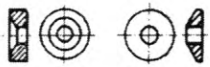
[1]) Hodnota l představuje délku šroubu pouze do průměru $d_1 = 32$, pro $d_1 > 32$ je nutné hodnotu l upravit podle rozměru d_2

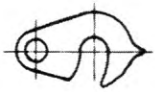
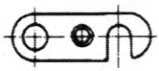
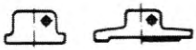
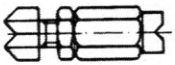
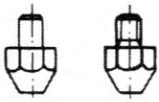
PŘEHLED UPÍNACÍCH PRVKŮ PŘÍPRAVKŮ

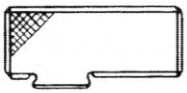
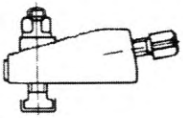
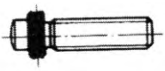
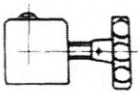
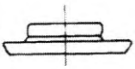
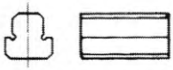
Výběr z ČSN 24 3500
Účinnost od 1. 4. 1963

Název	Vyobrazení	ČSN
Kulové hlavy upínacích šroubů a kuželová zahloubení		24 3503
Šrouby se zářezem a čípkem		24 3510
Šrouby se čtyřhrannou hlavou a čípkem		24 3512
Šrouby s kolíkovou rukojetí		24 3516
Šrouby s posuvnou rukojetí		24 3517
Rychloupínací šrouby		24 3520
Šrouby k otočným podložkám a třmenům		24 3525

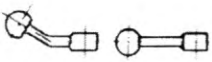
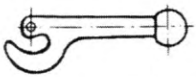
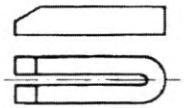
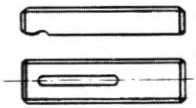
Pokračování

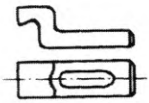
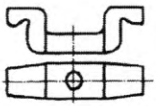
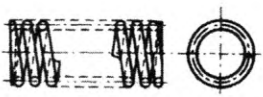
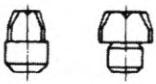
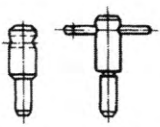
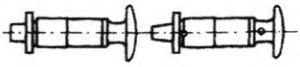
Název	Vyobrazení	ČSN
Vysoké matice šestihranné s rovinnou a kulovou dosedací hlavou		24 3530
Vysoké matice čtyřhranné s nákružkem		24 3534
Rýhované matice		24 3536
Rychloupínací matice		24 3537
Matice s posuvnou rukojetí		24 3541
Matice se sklopnou rukojetí		24 3542
Kruhové podložky zesílené		24 3550
Kulové podložky a kuželové pánve		24 3553

Název	Vyobrazení	ČSN
Kruhové podložky s výřezem		24 3556
Otočné podložky		24 3558
Otočné třmeny		24 3560
Přítlačné opěrky s dosedací plochou rovinnou		24 3570
Přítlačné opěrky s dosedací plochou kulovou		24 3571
Šroubové rozpěrky		24 3574
Pevné opěrky s válcovou hlavou		24 3580
Pevné opěrky se šestihrannou hlavou		24 3581

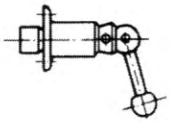
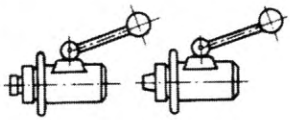
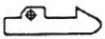
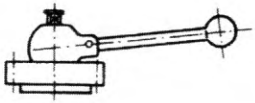
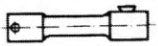
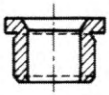
Název	Vyobrazení	ČSN
Pevné opěrky boční		24 3582
Posuvné opěrky boční		24 3583
Opěrky stavitelné		24 3585
Stavitelné a samostavitelné opěrky s kolíkem		24 3586
Podpěry pod upínky		24 3588
Stojánky k podpěrám pod upínky		24 3589
Středicí vložky		24 3590
Vodicí vložky do drážek T		24 3595

Pokračování

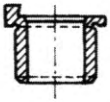
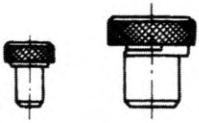
Název	Vyobrazení	ČSN
Měrky k nastavování nástrojů		24 3598
Hvězdice		24 3602
Knoflíky		24 3604
Křídlaté rukojeti		24 3609
Páky s výstředníkem		24 3630
Páky s drážkovým výstředníkem		24 3636
Upínky ve tvaru U		24 3650
Ploché upínky		24 3655

Název	Vyobrazení	ČSN
Zahnuté upínky		24 3656
Sedlové upínky		24 3657
Tlačné pružiny pod upínky		24 3669
Středicí čepy válcové		24 3670
Středicí čepy zploštělé		24 3671
Pojišťovací kolíky. Polotovary		24 3675
Čepové západky s knoflíkem		24 3680

Pokračování

Název	Vyobrazení	ČSN
Čepové západky s rukojetí		24 3682
Čepové západky výstředníkové s rukojetí		24 3683
Ploché západky		24 3685
Zpětné závěry		24 3690
Pružné hřídele		24 3691
Pevná vrtací pouzdra hladká		24 3705
Pevná vrtací pouzdra s nákružkem		24 3707

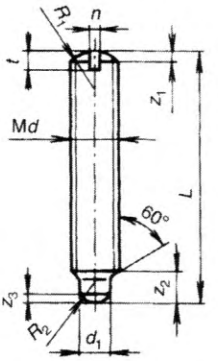
Pokračování

Název	Vyobrazení	ČSN
Pevná vodicí pouzdra hladká		24 3710
Pevná vodicí pouzdra s nákružkem		24 3711
Nástrčná vrtací pouzdra		24 3714

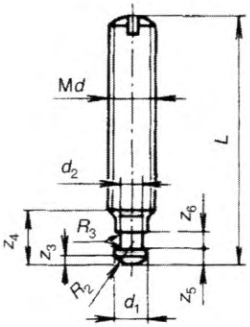
ŠROUBY SE ZÁŘEZEM A S ČÍPKEM

Výběr z ČSN 24 3510
Účinnost od 1. 1. 1976

S HLADKÝM ČÍPKEM
ČSN 24 3510.1



S VÝKRUŽKEM
ČSN 24 3510.2



Označení šroubu s hladkým čípkem, se závitem Md = M12, délky L = 50 mm

ŠROUB M12 × 50 ČSN 24 3510.1

Rozměry v mm

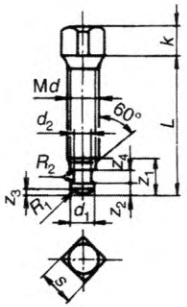
Md	— 6g	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20
d_1	d11	2,8	3,5	4,5	6,0	7,0	9,0	12,0	15,0
d_2	h11	—	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	9,0	10,0
z_1		0,5	0,8	1,0	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0
z_2		2,5	3,0	3,5	5,0	5,5	7,0	9,0	
z_3		0,4	0,6	0,7	1,0	1,5		2,0	2,2
z_4		—	6,0	6,5	8,5	10,0	13,0	17,0	21,0
z_5	−0,15	—	1,8	2,2	2,8	3,2	4,3	6,3	7,4
z_6	+0,2	—	2,2		3,0		4,5		6,0
R_1		4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10	14,0	18,0
R_2		2,5	3,0	4,0	5,0		8,0	10,0	14,0
R_3		—	0,6		0,8		1,0		1,6
n		0,8		1,0	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0
t		1,4	1,8	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,5
L		20 25	20 25 30	25 30 35	35 40 45	40 45 50 55 60 65	50 55 60 65 70 75 80	65 70 75 80 90 100 110	80 90 100 110 120 130 140

Čípek je zušlechtěn na tvrdost HRC 34 ± 2

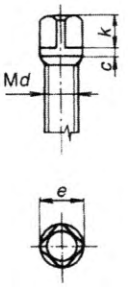
ŠROUBY SE ČTYŘHRANNOU HLAVOU A ČÍPKEM

Výběr z ČSN 24 3512
Účinnost od 1. 1. 1976

HLAVA BEZ NÁKRUŽKU
ČSN 24 3512.1



HLAVA S NÁKRUŽKEM
ČSN 24 3512.2



Označení šroubu se čtyřhrannou hlavou bez nákružku, se závitem Md = M12, délky L = 50 mm

ŠROUB M12 × 50 ČSN 24 3512.1

Rozměry v mm

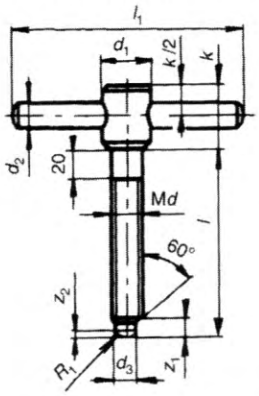
Md — 6g	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20
d_1	3,5	4,5	6,0	7,0	9,0	12,0	15,0
d_2	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	9,0	10,0
s h13	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	17,0	22,0
c	2,0		3,0		4,0		5,0
e h13	6,5	8,0	10,0	13,0	16,0	22,0	28,0
k	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0
z_1	6,0	6,5	8,5	10,0	13,0	17,0	21,0
z_2 −0,15	1,8	2,2	2,8	3,2	4,3	6,3	7,4
z_3	0,6	0,7	1,0	1,5		2,0	2,2
z_4 +0,2	2,2		3,0		4,5		6,0
R_1	3,0	4,0	5,0		8,0	10,0	14,0
R_2	0,6		0,8		1,0		1,6
L	15 20 25	20 25 30	25 30 35	30 35 40 45 50	35 40 45 50 55 60	45 50 55 60 70 80	55 60 70 80 90 100
Opěrka ČSN 24 3570	—	12	16	20	25	32	40

Čípek a hlava šroubu jsou zušlechtěny na tvrdost HRC 34 ± 2

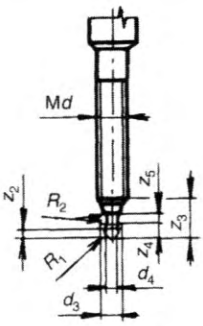
ŠROUBY S KOLÍKOVOU RUKOJETÍ

Výběr z ČSN 24 3516
Účinnost od 1. 1. 1976

S HLADKÝM ČÍPKEM
ČSN 24 3516.1



S VÝKRUŽKEM
ČSN 24 3516.2



Označení šroubu s kolíkovou rukojetí, s hladkým čípkem, se závitem M10 a délkou $l = 70$ mm:

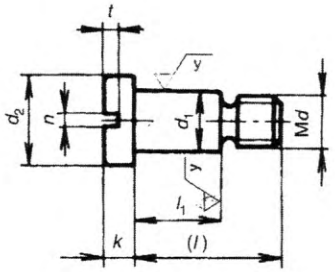
ŠROUB M10 × 70 ČSN 24 3516.1

Rozměry v mm

Md – 6g	M10	M12	M16	M20
d_1	18	20	24	30
d_2	8	10	12	16
d_3 d11	7	9	12	15
d_4 h11	5	6	9	10
k	14	18	20	28
l_1	80	100	125	140
z_1	5,5	7,0	9,0	
z_2	1,5		2,0	2,2
z_3	10	13	17	21
z_4	3,2	4,3	6,3	7,4
z_5	3,0	4,5		6,0
R_1	5	8	10	14
R_2	0,8	1		1,6

ŠROUBY K OTOČNÝM PODLOŽKÁM A TŘMENŮM

Výběr z ČSN 24 3525
Účinnost od 1. 1. 1988



$\sqrt{y} = \sqrt{Ra\ 3{,}2}$

Označení šroubu k otočné podložce, se závitem M8 a délce l_1 = 14 mm:

ŠROUB M8 × 14 ČSN 24 3525

Rozměry v mm

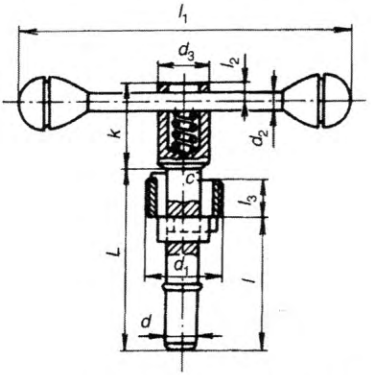
M*d* 6g	d_1 h12	d_2	(*l*)	l_1 H12	*k*	*n*	*t*	Hmotnost 1 šroubu ≈ (kg)
M5	6	10	15	8	3,5	1,2	1,7	0,004
M6	8	13	15	6	4,0	1,2	2,0	0,009
			22	12				0,012
M8	10	16	20	8	5,0	1,5	2,5	0,018
			22	12				0,020
			25	14				0,023
M10	12	18	25	14	6,0	2,0	3,0	0,031
			28	16				0,033
			30	18				0,035

Materiál: ocel, R_m = 585 MPa
Provedení. Přesné podle ČSN ISO 898-7
Technické předpisy uvedeny v ČSN 24 3501
Rozměr drážky (zápich) podle ČSN ISO 4755 (02 1036)

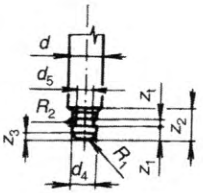
RYCHLOUPÍNACÍ ŠROUBY

Výběr z ČSN 24 3520
Účinnost od 1. 1. 1976

S HLADKÝM ČÍPKEM
ČSN 24 3520.1



S VÝKRUŽKEM
ČSN 24 3520.2



Označení rychloupínacího šroubu s výkružkem, s průměrem $d = 16$ mm a délkou $l = 60$ mm

Šroub M16 × 60 ČSN 24 3520.2

Rozměry v mm

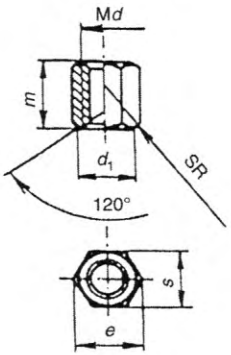
d d11	l	d_1 6g	d_2	d_3	d_4	d_5	k	L	l_1 ≈	l_2	l_3	R_1	R_2	z_1	z_2	z_3	Hmotnost 1 šroubu kg ≈
12	35	M30 × 2	10	20	9	6	35	55	125	9	15	8	1,0	4,5	13	1,5	0,25
	40							60									0,26
	50							70									0,27
16	40	M36 × 3	12	24	12	9	40	65	140	10	18	10	1,0	4,5	17	2,0	0,45
	50							75									0,46
	60							85									0,47
20	60	M42 × 3	14	28	15	10	45	92	160	14	24	14	1,6	6,0	21	2,2	0.78
	70							102									0,79
	80							112									0,80
25	70	M48 × 3	16	32	20	15	50	112	200	16	32	18	2,0	8,0	26	2,5	1,35
	80							122									1,38
	100							142									1,43

Čípek je zušlechtěn na tvrdost HRC 34 ± 2

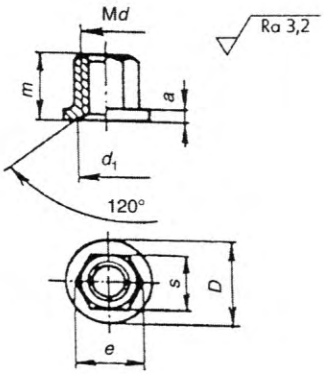
VYSOKÉ MATICE ŠESTIHRANNÉ S ROVINNOU A KULOVOU DOSEDACÍ PLOCHOU A S NÁKRUŽKEM

Výběr z ČSN 24 3530
Účinnost od 1. 1. 1988

S ROVINNOU A KULOVOU DOSEDACÍ PLOCHOU
ČSN 24 3530.1



S NÁKRUŽKEM
ČSN 24 3530.2



Označení vysoké matice šestihranné se závitem M*d* = M12 a s rovinnou a kulovou plochou

Matice M12 ČSN 24 3530.1

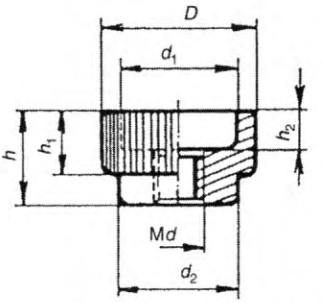
Rozměry v mm

M*d* 6H	*D*	d_1	*m*	*R*	*a*	*s* h11	c ≈	Hmotnost 1 matice ≈ kg
M8	18	9,5	12	13	2,5	13	15,01	0,013
M10	22	11,5	15	15	3,0	17	19,6	0,022
M12	25	14,0	18	18		19	21,9	0,035
M16	30	18,0	24	22		24	27,7	0,060
M20	36	22,0	30	27	4,0	30	34,6	0,120
M24	45	26,0	36	32		36	41,6	0,205
M30	58	32,0	46	40	5,0	46	53,1	0,430

Dosedací a boční plochy matice jsou tepelně zpracované na tvrdost HRC 58 ± 2

RÝHOVANÉ MATICE

Výběr z ČSN 24 3536
Účinnost od 1. 1. 1976



Označení rýhované matice se závitem M10:

MATICE M10 ČSN 24 3536

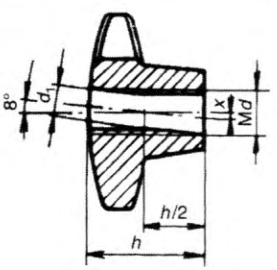
Rozměry v mm

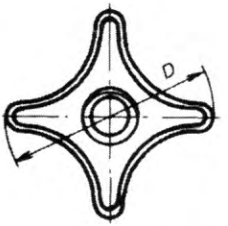
Md 6H	D	d_1	d_2	h	h_1	h_2	Hmotnost (kg)
M5	20	15	14	12	8	5	0,018
M6	24	18	16	14	10	6	0,030
M8	30	24	20	17	12	7	0,050
M10	36	30	28	20	14	8	0,090
M12	40	32	30	24	16	10	0,130

Materiál: 11 109, 11 110
Provedení: přesné podle ČSN ISO 898-7 (02 1005); rýhování přímé s roztečí 0,8 až 1 mm podle ČSN 01 4930
Úprava povrchu: alkalické černění

RYCHLOUPÍNACÍ MATICE

Výběr z ČSN 24 3537
Účinnost od 1. 1. 1976





Označení rychloupínací matice se závitem M8:

MATICE M8 ČSN 24 3537

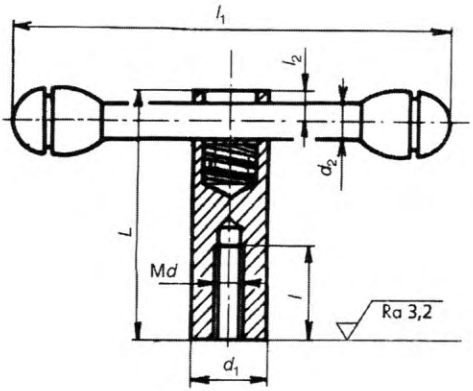
Dohotovuje se z hvězdice ČSN 24 3602

Rozměry v mm

Md 6H	d_1	D	h	x	Hmotnost (kg)
M6	6,50	32	20	1,40	0,040
M8	8,60	40	24	1,70	0,065
M10	10,75	50	28	1,90	0,112
M12	12,75	63	33	2,25	0,190
M16	17,00	80	42	2,95	0,425
M20	21,25	100	52	3,65	0,680

MATICE S POSUVNOU RUKOJETÍ

Výběr z ČSN 24 3541
Účinnost od 1. 1. 1976



Označení matice s posuvnou rukojetí se závitem M16:

MATICE M16 ČSN 24 3541

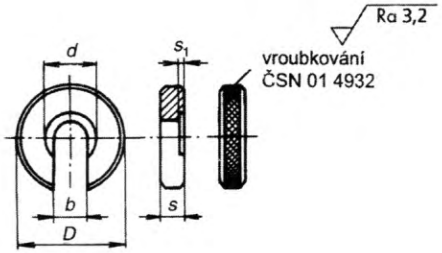
Rozměry v mm

Md 6H	d_1	d_2	L	l	l_1	l_2	Hmotnost (kg)
M10	18	8	60	18	100	7	0,128
M12	20	10	70	25	125	8	0,185
M16	24	12	85	30	140	10	0,290
M20	30	14	100	36	160	12	0,510

Materiál: 11 320, 11 109, 11 110
Provedení: přesné podle ČSN ISO 898-7 (02 1005)

KRUHOVÉ PODLOŽKY S VÝŘEZEM

Výběr z ČSN 24 3556
Účinnost od 1. 1. 1988



Označení podložky šířky $b = 14$ mm, průměru $d = 23$ mm, v provedení .1

PODLOŽKA 14 ČSN 24 3556.1

Rozměry v mm

b	D	d* Provedení .1	d* Provedení .2	s	s_1	Šroub	Hmotnost 1 kusu ≈ kg
6,6	25	13	–	5	1,0	M6	0,015
9	30	15	19	6		M8	0,024
11	40	19	23	8	1,5	M10	0,060
14	50	23	26	8		M12	0,094
18	60	29	31	10	2,0	M16	0,160
22	70	37	–	12		M20	0,250
26	80	43	46	12		M24	0,340
33	90	56	60	15	2,5	M30	0,450

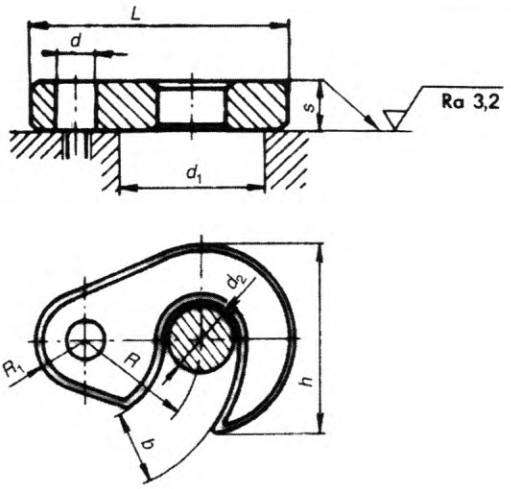
Konstrukční provedení podložky se označuje doplňkovou číslicí za číslem normy:

.1 – pro vysoké matice čtyřhranné s nákružkem ČSN 24 3534,
.2 – pro vysoké matice šestihranné s rovinnou a kulovou dosedací plochou a s nákružkem ČSN 24 3530

Podložky jsou cementované do hloubky 0,3 až 0,5 mm a kalené na tvrdost HRC 58 ± 2

OTOČNÉ PODLOŽKY

Výběr z ČSN 24 3558
Účinnost od 1. 1. 1976



Označení otočné podložky s šířkou výřezu $b = 18$ mm:

PODLOŽKA 18 ČSN 24 3558

Rozměry v mm

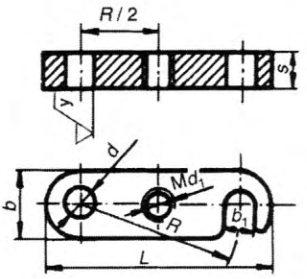
b	d	h	L	R $\pm 0{,}2$	R_1	s a12	d_1 max	Md_2	Šroub ČSN 24 3525
9	8,4	24	42	20	9	6	20	M8	M6 × 15
11		30	47	23			24	M10	
14	10,5	38	58	27	11	8	30	M12	M8 × 20
18		45	64	30		12	36	M16	M8 × 22
22		50	70	33			42	M20	
26	13,0	58	80	38	12	14	48	M24	M10 × 25
33		68	92	44		16	60	M30	M10 × 28

Podložky jsou cementovány do hloubky nejméně 0,3 mm a kaleny na HRC 51 až 55

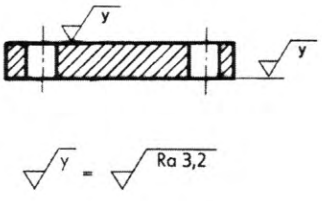
OTOČNÉ TŘMENY

Výběr z ČSN 24 3560
Účinnost od 1. 12. 1987

SE ZÁVITEM
ČSN 24 3560.1



BEZ ZÁVITU
ČSN 24 3560.2



Označení otočného třmenu o délce L = 40 mm, se závitem:

TŘMEN 40 ČSN 24 3560.1

Rozměry v mm

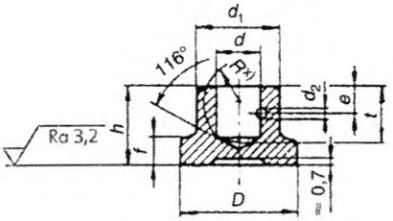
L	b	s a12	b_1	d	Md_1 6H	R ±0,2	Šroub ČSN 24 3525
40	12	8	6,6	6,4	M6	28	M5 × 15
50	14					36	
63	18	12	9,0	8,4	M8	45	M6 × 22
80	20					60	
100	25	14	11,0	10,5	M10	75	M8 × 25
125	32	18	14,0	13,0	M12	93	M10 × 30
160						128	

Třmeny jsou z oceli o nejmenší pevnosti R_m = 585 MPa nebo z oceli na odlitky

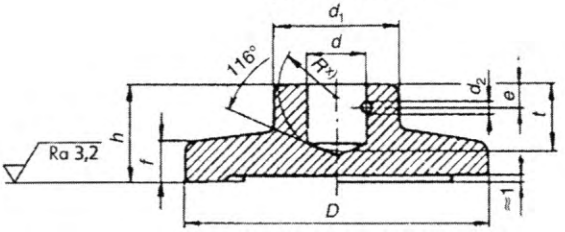
PŘÍTLAČNÉ OPĚRKY S DOSEDACÍ ROVINNOU PLOCHOU

Výběr z ČSN 24 3570
(24 3570)
Účinnost od 1. 1. 1976

pro $D = 12$ až 40



pro $D = 60$ až 100



*) R – poloměr zaoblení čípku šroubu

Označení přítlačné opěrky s průměrem $D = 40$ mm

OPĚRKA 40 ČSN 24 3570

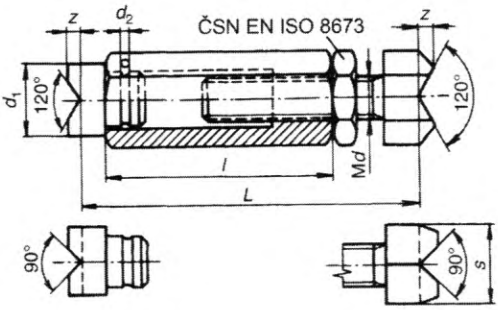
Rozměry v mm

D	d H11	d_1	d_2 H7	e −0,15	f	h	t +0,2	Pro kolík	Šrouby s výkružkem
12	4,8	10	1,6	2,3	2,5	8,0	5,3	1,6 n6 × 8	M6
16	6,4	12	2,0	2,9	3,5	9,5	6,7	2 n6 × 8	M8
20	7,4	15	2,0	4,0	5,0	12,0	8,2	2 n6 × 12	M10
25	9,5	18	3,0	4,6	6,0	15,0	10,5	3 n6 × 14	M12
32	12,5	22	3,0	6,7	7,0	19,0	14,5	3 n6 × 16	M16
40	15,5	28	4,0	8,1	9,0	24,0	17,5	4 n6 × 20	M20
60	12,5	28	3,0	6,7	7,0	19,0	14,5	3 n6 × 28	M16
80	15,5	32	4,0	8,1	9,0	24,0	17,5	4 n6 × 32	M20
100	15,5	36	4,0	8,1	9,0	24,0	17,5	4 n6 × 36	M20

Materiál: konstrukční ocel o min. pevnosti $R_m = 585$ MPa
Opěrky jsou zušlechtěny na tvrdost HRC 34 ± 2
Opěrky s $D \leqq 60$ mm mají tři rovinné dosedací plochy

ŠROUBOVÉ ROZPĚRKY

Výběr z ČSN 24 3574
Účinnost od 1. 1. 1976



Označení šroubové rozpěrky délky L = 140 až 180 mm

ROZPĚRKA 140 ČSN 24 3574

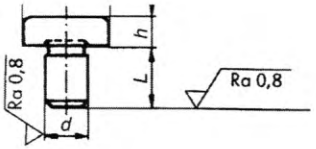
Rozměry v mm

L od	L do	Md 6g	d_1	d_2	l	s h13	z
80	110	M12	19	3	58	19	4
105	145	M16	24	4	78	24	5
140	180						
175	230	M20	30	5	98	30	6
225	280						
275	330						
325	380						
375	430						

Materiál: konstrukční ocel s min. pevností R_m = 490 MPa
Opěrné hlavy a matice ČSN EN ISO 8673 jsou zušlechtěny na tvrdost HRC 30 ± 2

PEVNÉ OPĚRKY S VÁLCOVOU HLAVOU

Výběr z ČSN 24 3580
Účinnost od 1. 1. 1976



Označení opěrky s průměrem $D = 10$ mm, s jmenovitou výškou $h = 8$ mm

OPĚRKA 10 × 8 ČSN 24 3580

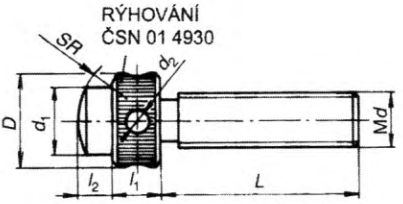
Rozměry v mm

D	h		d p6	L
	jmenovitá	skutečná (h11)		
6	5	5,1	4	6
10	5	5,1	4	6
	8	8,1	6	8
16	5	5,1	8	10
	12	12,2		
25	8	8,1	12	14
	20	20,2		
40	12	12,2	20	20
	32	32,2		

Opěrky z oceli třídy 19 ($D = 6$ až 25 mm) jsou zušlechtěny na tvrdost HRC 46 ± 2, opěrky z oceli třídy 12 nebo 14 ($D = 40$ mm) jsou cementovány a kaleny na tvrdost HRC 58 ± 2

OPĚRKY STAVITELNÉ

Výběr z ČSN 24 3585
Účinnost od 1. 1. 1976



Označení opěrky se závitem M16 × 1,5, s délkou L = 40 mm

OPĚRKA M16 × 1,5 × 40 ČSN 24 3585

Rozměry v mm

M*d* 6g	M10 × 1,25	M12 × 1,25	M16 × 1,5	M20 × 1,5	M24 × 2	M30 × 2
d_1	10	12	16	20	24	30
d_2	4	5	6	8	10	12
D	16	18	22	28	32	40
R	32	32	40	40	50	50
l_1	8	10	12	14	16	20
l_2	5	6	6	8	8	10
L	20 25 30 35 40	25 30 35 40 50	30 35 40 50 60	40 50 60 80	40 50 60 80 100	50 60 80 100

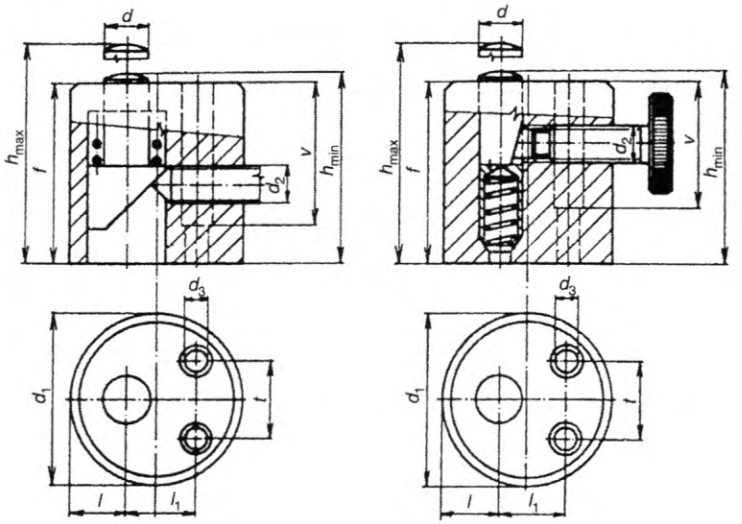
Materiál: konstrukční ocel s min. pevností R_m = 585 MPa
Hlavy opěrek jsou zušlechtěny na tvrdost HRC 37 ± 3

SAMOSTAVITELNÉ A STAVITELNÉ OPĚRKY S KOLÍKEM

Výběr z ČSN 24 3586
Účinnost od 1. 1. 1976

STAVITELNÁ OPĚRKA
ČSN 24 3586.1

SAMOSTAVITELNÁ OPĚRKA
ČSN 24 3586.2



Označení samostavitelné opěrky s kolíkem průměru $d = 12$ mm

OPĚRKA 12 ČSN 24 3586.2

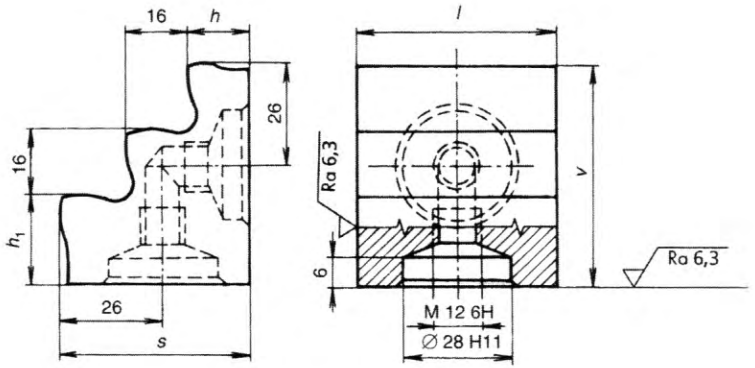
Rozměry v mm

d	d_1	d_2 6g	d_3	f	h_{min}	h_{max}	l	l_1	v	t ±0,2
12	45	M10	6,4	48	50	58	15	10	28	30
20	60	M12	8,4	65	70	80	20	15	42	40

Kolík je zušlechtěn na tvrdost HRC 37 ± 3

PODPĚRY POD UPÍNKY

Výběr z ČSN 24 3588
Účinnost od 1. 1. 1976



Označení podpěry s výškou h = 16 mm a délkou l = 50 mm

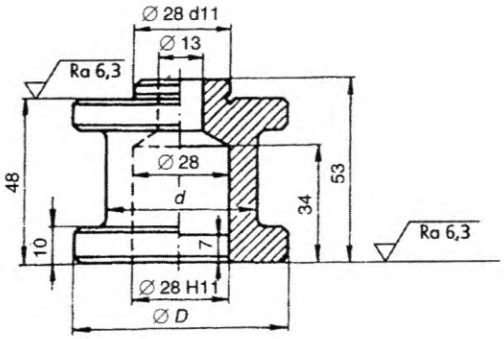
PODPĚRY 16 × 50 ČSN 24 3588

Rozměry v mm

h	l	h_1	s	v
16	50	24	48	56
	80			
20	50	28	52	60
	80			

STOJÁNKY K PODPĚRÁM POD UPÍNKY

Výběr z ČSN 24 3589
Účinnost od 1. 1. 1976



Označení stojánku o průměru $D = 63$ mm

STOJÁNEK 63 ČSN 24 3589

Rozměry v mm

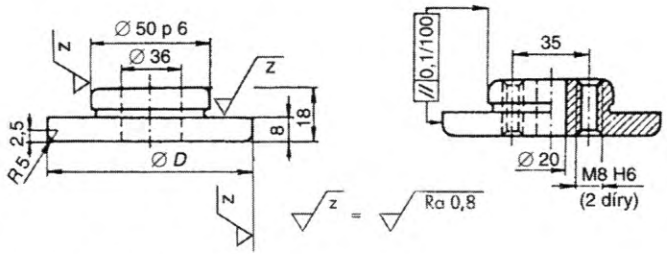
D	d
63	45
90	72

STŘEDICÍ VLOŽKY

Výběr z ČSN 24 3590
Účinnost od 1. 1. 1976

S HLADKOU DÍROU
ČSN 24 3590.1

S DÍRAMI SE ZÁVITY
ČSN 24 3590.2



Označení středicí vložky s hladkou dírou s průměrem $D = 70$ mm

VLOŽKA 70 ČSN 24 3590.1

Rozměry v mm

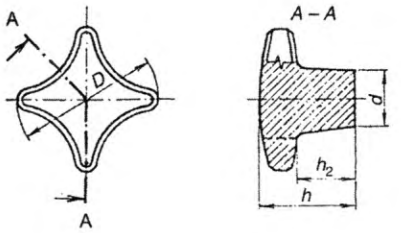
D	j6	70	90	125

Středicí vložky jsou cementovány do hloubky 0,5 mm a kaleny na tvrdost HRC 52 ± 3.

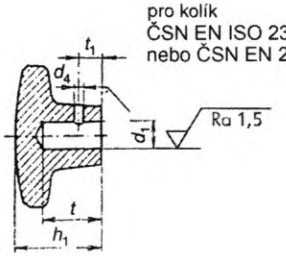
HVĚZDICE

Výběr z ČSN 24 3602
Účinnost od 1. 1. 1976

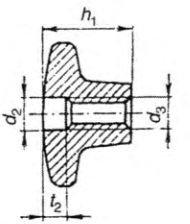
PLNÉ
ČSN 24 3602.1



S DÍROU
ČSN 24 3602.2



SE ZÁVITEM
ČSN 24 3602.3



Označení hvězdice se závitem, s průměrem $D = 50$ mm

HVĚZDICE 50 ČSN 24 3602.3

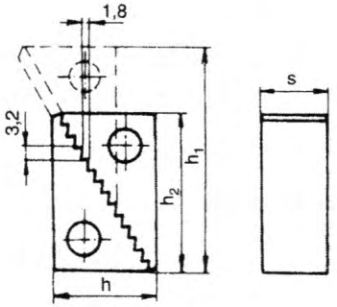
Rozměry v mm

D	d	d_1 H7	d_2	d_3 6H	d_4	h	h_1	h_2	t	t_1	t_2	Příslušný kolík
32	14	6	6,4	M6	1,9	22	20	13	15	6		2 × 14
40	16	8	8,4	M8	2,8	26	24	15	18	7	8	3 × 16
50	20	10	10,5	M10		30	28	17	21	8		3 × 20
63	25	12	13	M12	3,8	35	33	20	25	10	9	4 × 25
80	32	16	17	M16		44	42	23	32	12	10	4 × 32
100	40	20	21	M20	4,8	55	53	28	40	15	13	5 × 40

Materiál: konstrukční ocel s min. pevnosti $R_m = 490$ MPa

ZUBOVÉ PODPĚRY

Výběr z ČSN 24 3569
Účinnost od 1. 1. 1976



Označení zubové podpěry s rozsahem podpěrné výšky od $h = 20$ do $h_1 = 40$ mm:

PODPĚRA 20 × 40 ČSN 24 3569

Rozměry v mm

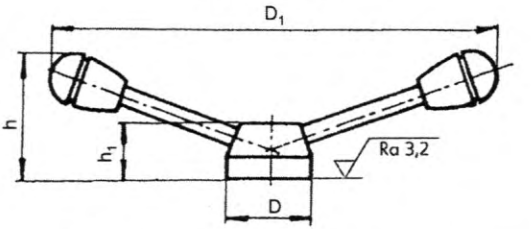
h	20	30	40	55	75
h_1	40	63	90	128	175
h_2	28	44	66	92	125
s	20	25	32	36	40

Materiál: konstrukční ocel s min. $R_m = 585$ MPa

KŘÍDLATÉ RUKOJETI

Výběr z ČSN 24 3609
Účinnost od 1. 12. 1987

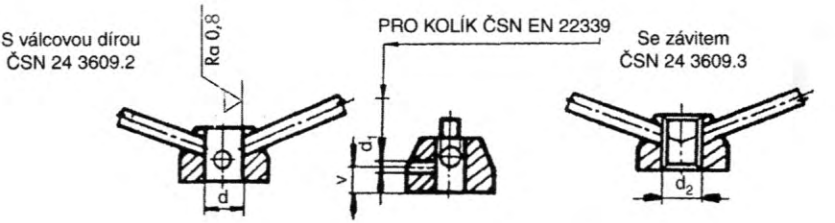
S plným nábojem
ČSN 24 3609.1



S válcovou dírou
ČSN 24 3609.2

PRO KOLÍK ČSN EN 22339

Se závitem
ČSN 24 3609.3



Označení křídlaté rukojeti se závitem o průměru $D = 50$ mm:

RUKOJEŤ 50 ČSN 24 3609.3

Rozměry v mm

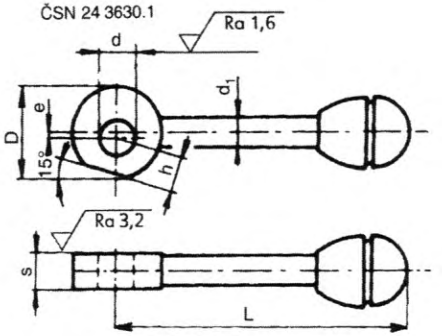
D	D_1	d H7	d_1	d_2 6H	h	h_1	v
40	200	20	5,80	M20	63	25	12
50	250	25	7,80	M24	70	32	16
63	320	30	9,80	M30	80	36	18
70	360	35	11,75	M36	100	45	22

Materiál: konstrukční ocel s min. $R_m = 585$ MPa

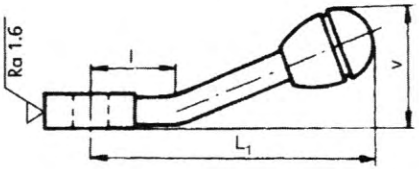
PÁKY S VÝSTŘEDNÍKEM

Výběr z ČSN 24 3630
Účinnost od 1. 1. 1976

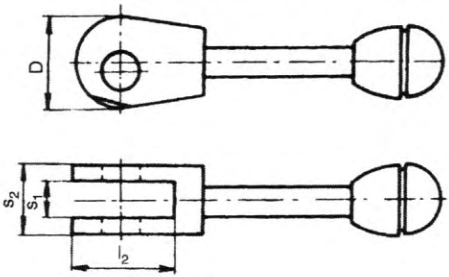
PŘÍMÉ
ČSN 24 3630.1



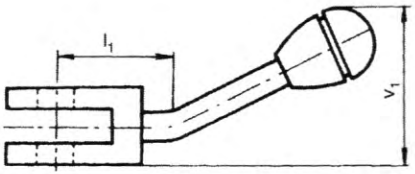
VYHNUTÉ
ČSN 24 3630.2



ROZVIDLENÉ PŘÍMÉ
ČSN 24 3630.3



ROZVIDLENÉ VYHNUTÉ
ČSN 24 3630.4



Označení přímé páky s výstředníkem o průměru $D = 50$ mm:

PÁKA 50 ČSN 24 3630.1

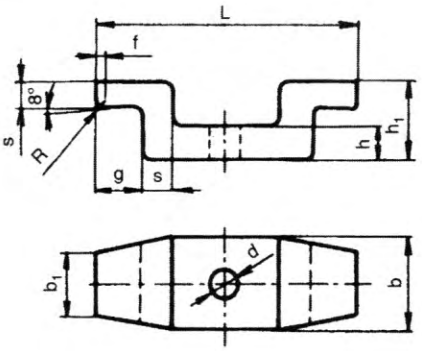
Rozměry v mm

D h11	d H7	d_1	e	h	L	L_1	l	l_1	l_2	s h11	s_1 D11	s_2	v	v_1
25	10	8	1,2	10	100	97	20	40	27	14	12	26	40	46
32	12	10	1,6	12	125	120	25	50	34	16	14	30	50	57
40	16	12	2,0	16	160	153	32	63	42	18	17	35	63	70
50	20	16	2,5	20	200	190	40	70	53	22	22	45	80	90
63	25		3,0	25	250	237	50	80	63	25	25	50	100	113
80	28	20	4,0	32	320	304	63	100	84	32	30	60	125	140

Výstředník je z cementační oceli a je kalen na HRC 60 ± 2, dřík je z oceli o nejmenší pevnosti $R_m = 585$ MPa

SEDLOVÉ UPÍNKY

Výběr z ČSN 24 3657
Účinnost od 1. 1. 1976



Označení sedlové upínky o šířce $b = 32$ mm a délce $L = 100$ mm:

UPÍNKA 32 × 100 ČSN 24 3657

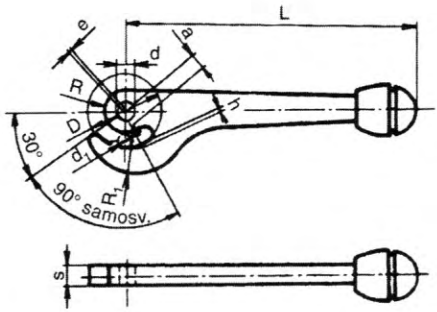
Rozměry v mm

b	L	b_1, g, h	d	f	h_1	R	s	Šroub Md
20	63	10	6,6	3	20	4	8	M6
25	80	12	9,0	4	25	4	10	M8
32	100	16	11,0	5	32	6	12	M10
40	125	20	14,0	6	40	8	16	M12
50	160	25	18,0	8	50	10	20	M16
63	200	32	22,0	8	63	12	25	M20
80	250	40	26,0	10	80	16	32	M24

Materiál: cementační ocel s min. $R_m = 585$ MPa, zušlechtěná na $R_m = 880 \pm 50$ MPa

PÁKY S DRÁŽKOVÝM VÝSTŘEDNÍKEM

Výběr z ČSN 24 3636
Účinnost od 1. 1. 1976



Označení páky s drážkovým výstředníkem, s průměrem $D = 50$ mm:

PÁKA 50 ČSN 24 3636

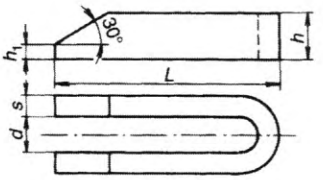
Rozměry v mm

$D \pm 0{,}2$	a	d H7	d_1	$e = h$	L	s h11	R	R_1
30	5,0	8	6	1,6	125	8	8	23
40	5,5	10	8	2,0	160		9	28
50	7,0		10	2,5	220	10	12	35
60	8,0	12	12	3,0	280	12	14	42

Materiál: cementační ocel, kalena na HRC 60 ± 2
Provedení: koncovka rukojeti páky je spojena pevně a nerozebíratelně.

UPÍNKY VE TVARU U

Výběr z ČSN 24 3650
Účinnost od 1. 1. 1976



Označení upínky s mezerou $d = 18$ mm a délkou $L = 200$ mm

UPÍNKA 18 × 200 ČSN 24 3650

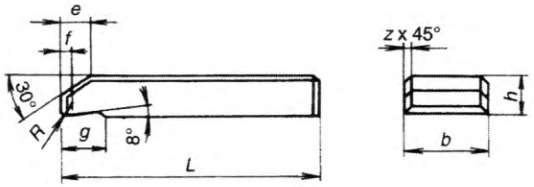
Rozměry v mm

d	L	h	h_1	s	Příslušný šroub
14	100	20	6	10	M12
	160	25		12	
18	125				M16
	200	32	8	16	
22	160				M20
	250	36		20	
26	200				M24
	320	40	10	25	
33	250				M30
	400	63	12	32	

Materiál: konstrukční ocel zušlechtěná na $R_m = 880 \pm 50$ MPa

PLOCHÉ UPÍNKY

Výběr z ČSN 24 3655
Účinnost od 1. 12. 1987



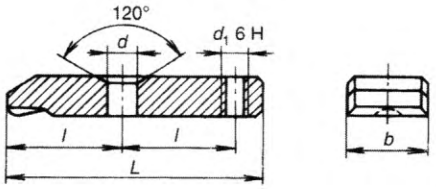
Označení ploché upínky se šířkou $b = 20$ mm a délkou 50 mm

PLOCHÁ UPÍNKA 20 × 50 ČSN 24 3655.1

Rozměry v mm

b	L	e	f	g, h	R	z	Hmotnost 1 ks ≈ kg
20	50	6	2	10	4	1	0,078
20	63	8	3	12			0,117
25							0,148
25	80	10	4	16	6		0,249
32							0,319
32	100	12	5	20	8	2	0,449
40							0,624
40	125	16	6	25	10		0,975
50							1,216
50	160	20	7	32	12		1,996
63							2,496
63	200	25	8	40	16	3	3,931
80							4,992
80	280						6,988
125							10,920
125	400	32	10	45			17,550

Otočná upínka se závitem – označení ČSN 24 3655.3



Rozměry v mm

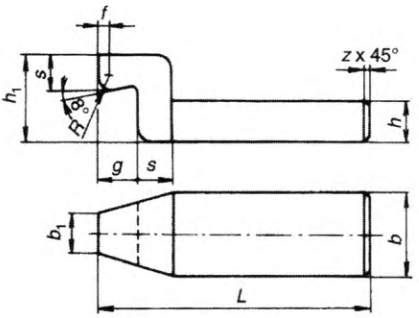
b	L	d	d_1 6H	l	Příslušný šroub	Hmotnost 1 ks ≈ kg
20	50	6,6	M6	22	M6	0,073
20	63	9	M8	28	M8	0,106
25						0,137
25	80			36		0,235
32						0,305
32	100	11	M10	45	M10	0,472
40						0,597
40	125	14	M12	56	M12	0,923
50						1,164
50	160	18	M16	70	M16	1,882
63						2,382
63	200	22	M20	90	M20	3,714

Materiál: konstrukční ocel zušlechtěná na $R_m = 880 \pm 50$ MPa

ZAHNUTÉ UPÍNKY

Výběr z ČSN 24 3656
Účinnost od 1. 1. 1976

ČSN 24 3656.1



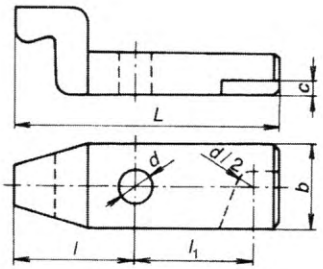
Označení polotovaru zahnuté upínky se šířkou $b = 32$ mm a délkou $L = 100$ mm:

UPÍNKA 32 × 100 ČSN 24 3656.1

Rozměry v mm

b	L	b_1	g	h	f	h_1	R	s	z
20	63	10			3	20	4	8	1
25	80	12			4	25		10	
32	100	16			5	32	6	12	2
40	125	20			6	40	8	16	
50	160	25			7	50	10	20	
63	200	32			8	63	12	25	3
80	280	40				80	16	32	
125	400	45			10	125		40	

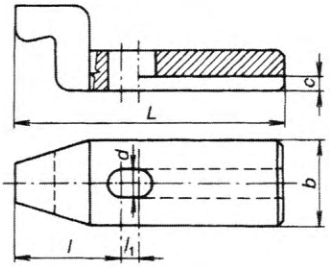
OTOČNÉ UPÍNKY
ČSN 24 3656.2



Rozměry v mm

b	L	c	d	$l = l_1$	Příslušný šroub
20	63	3	6,6	28	M 6
25	80	4	9	36	M 8
32	100		11	45	M 10
40	125	5	14	56	M 12
50	160		18	70	M 16
63	200		22	90	M 20

POSUVNÉ UPÍNKY
ČSN 24 3656.3



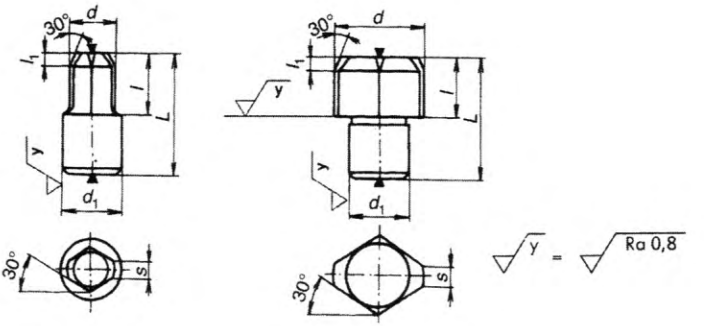
Rozměry v mm

b	L	c	d	l	l_1	Příslušný šroub
20	63	3	6,6	25	8	M 6
25	80	4	9	32	10	M 8
32	100		11	40	12	M 10
40	125	5	14	50	16	M 12
50	160		18	63	20	M 16
63	200		22	80	25	M 20
80	280		26	100	40	M 24
125	400	7	33	125	63	M 30

Materiál: konstrukční ocel zušlechtěná na $R_m = 880 \pm 50$ MPa

STŘEDICÍ ČEPY ZPLOŠTĚLÉ, POLOTOVARY

Výběr z ČSN 24 3671
Účinnost od 1. 1. 1976



Pro d = 6 až 10 Pro d přes 10

Označení středicího čepu zploštělého s průměrem d = 10 mm

ČEP 10 ČSN 24 3671

Rozměry v mm

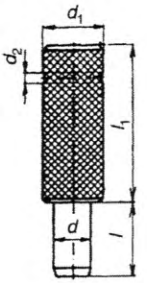
d od	d do	d_1 p6	L	l	l_1	s	Tvrdost čepu HRC
6	8	10	20	10	2,0	2,0	53 ±2
8	10	12	25	12	2,5	2,5	
10	12	8			3,0	3,0	
12	16	12	28	14		4,0	
16	20	14	32	16	4,0		
20	25	16	36	18		6,0	60 ±2
25	32	20	40	20	5,0		
32	40	25	45	22	6,0	8,0	
40	50	32	50	25	7,0		

Průměry d a d_1 jsou s přídavkem na broušení. Mezní úchylky průměru d se doporučují h6, g6, f7

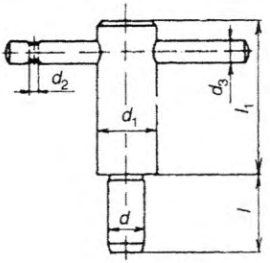
POJIŠŤOVACÍ KOLÍKY, POLOTOVARY

Výběr z ČSN 24 3675
Účinnost od 1. 1. 1976

S vroubkovanou hlavou
(pro d = 1 až 7 mm)



S rukojetí
(pro d > 7 mm)



Označení pojišťovacího kolíku s průměrem d = 10 mm, délky l = 25 mm

KOLÍK 10 × 25 ČSN 24 3675

Rozměry v mm

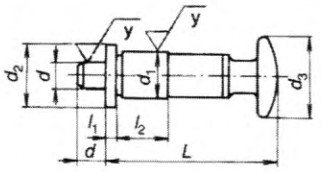
d	d_1	d_2	l_1	l									Válcový kolík d_3	Tvrdost kolíku podle Rockwella HRC
1; 2; 3; 4	8	2,5	25	16	20	25							–	50 ±2
5; 6; 7; 8	10		32	16	20	25	32						–	
10	12		36		20	25	32	40					5 × 50	30 ±2
12; 14	16	3,0	40			25	32	40	50				6 × 63	
16; 18	20	4,0	45				32	40	50	63			8 × 70	
20; 22	25		50					40	50	63	80		10 × 80	
25; 30	32	6,0	63						50	63	80	100	12 × 100	

Průměr d je s přídavkem na broušení
Vroubkování hlavy kolíku podle ČSN 01 4932 (pro $d \leqq 8$ mm)
Kolíky s $d > 8$ mm mají rukojeti z válcových kolíků podle ČSN EN ISO 2338

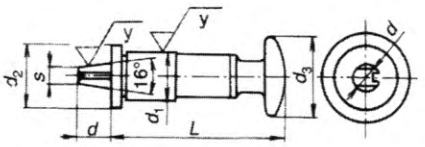
ČEPOVÉ ZÁPADKY S KNOFLÍKEM

Výběr z ČSN 24 3680
Účinnost od 1. 1. 1976

S VÁLCOVÝM ČEPEM
ČSN 24 3680.1



S VÁLCOVÝM ČEPEM OBOUSTRANNĚ ZKOSENÝM
ČSN 24 3680.2



$\sqrt{y} = \sqrt{Ra\ 0{,}8}$

Označení západky s válcovým čepem oboustranně zkoseným, s průměrem $d = 10$ mm

ZÁPADKA 10 ČSN 24 3680.2

Rozměry v mm

d	d_1	d_2	d_3	L	l_1	l_2	s	Knoflík ČSN 24 3604	Síla stlačené pružiny N ≈	Hmotnost 1 západky kg ≈
10	17	24	32	65	4	20	6	32	29,42	0,130
16	24	32	40	85		25	10	40	36,28	0,300
20	30	38	50	105		30	12	50	42,17	0,620

Západky ČSN 24 3680.2 zajišťují samosvorně kotouče s průměrem v mezích podle tabulky

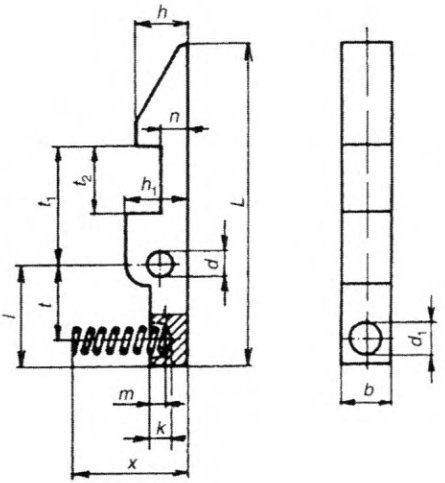
Rozměry v mm

Západka ČSN 24 3680.2	Největší průměr dělicího kotouče
10	230
16	400
20	480

Funkční plochy jsou cementovány a kaleny na tvrdost HRC 56 až 62

PLOCHÉ ZÁPADKY

Výběr z ČSN 24 3685
Účinnost od 1. 1. 1976



Označení ploché západky délky $L = 63$ mm

ZÁPADKA 63 ČSN 24 3685

Rozměry v mm

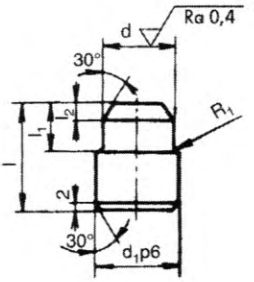
L	b h11	d H7	d_1	h	h_1	k	l	m	n	x	t	t_1	t_2	Příslušný kolík ČSN EN 22338 + AC d n6
45	8	4	5,5	8	9,5	5,5	15	2	4	16	11	15	9,5	4
63	10	5	7	10	12	7	20	3	5	18	15	23	13	5
80	14	6	9	14	15	9	30	5	7	22	23	30	21	6

Materiál: cementační ocel třídy 12
Ozuby západek jsou zušlechtěny na tvrdost HRC 59 ± 3

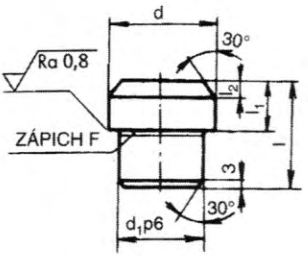
STŘEDICÍ ČEPY VÁLCOVÉ

Výběr z ČSN 24 3670
Účinnost od 1. 1. 1976

Pro d = 6 až 10 mm



Pro d > 10 mm



Označení středicího válcového čepu o průměru d = 10 mm s mezními úchylkami f7:

ČEP 10 f7 ČSN 24 3670

Rozměry v mm

Průměr d[1])	d_1 p6	l	l_1	l_2	Hmotnost (kg)
6 až 8	10	20	10	2,0	0,012
8 až 10	12	25	12	2,5	0,014
10 až 12	8	25	12	3,0	0,023
12 až 16	12	28	14	3,0	0,035
16 až 20	14	32	16	4,0	0,048
20 až 25	16	36	18	4,0	0,076
25 až 32	20	40	20	5,0	0,147
32 až 40	25	45	22	6,0	0,320
40 až 50	32	50	25	7,0	0,490

[1]) Průměry d a d_1 jsou s přídavkem na dobroušení

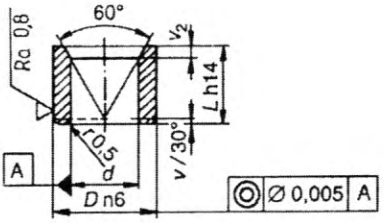
Materiál a provedení středicích čepů

Průměr d (mm)	Ocel	Hloubka cementování (mm)	Tvrdost HRC
6 až 20	19 452	–	53 ± 2
20 až 32	14 220	0,8	60 ± 2
32 až 50	12 010	1,0	60 ± 2

Doporučené mezní úchylky průměru d: h6, g6, f7

PEVNÁ VRTACÍ POUZDRA HLADKÁ

Výběr z ČSN 24 3705
Účinnost od 1. 4. 1963



Označení kaleného polotovaru pevného vrtacího pouzdra hladkého průměr d = 20 F7, délka L = 30 mm

POUZDRO 20 F7 × 30 ČSN 24 3705

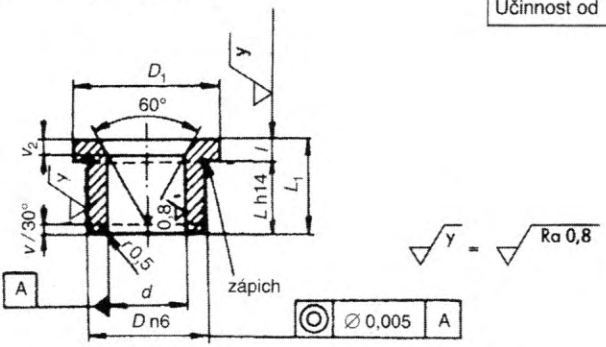
Rozměry v mm

d F7		D n6/H7	L h14		v/30°	v_2
přes	do		krátké	dlouhé		
	2	6	6	9	0,7	1,0
2 4	4 6	8 10	9	14	1,0	1,0
6 8	8 10	12 14	12	18	1,0	1,5
10 12	12 15	16 20	16	24	1,5	2,0
15 18	18 22	24 30	20	30	1,5	3,0
22 27	27 32	36 42	25	38	2,0	4,0
32 38	38 44	48 56	32	48	2,0	5,0
44 52	52 66	65 80	40	60	2,0 2,5	6,0

Materiál: 19 312 pro $D \leqq 20$ mm, zušlechtěno na tvrdost HRC 58 až 62
12 010 pro $D > 20$ mm, cementováno a kaleno na HRC 58 až 62
Průměr D má přídavek na broušení
Průměr d se volí podle potřeby

PEVNÁ VRTACÍ POUZDRA S NÁKRUŽKEM

Výběr z ČSN 24 3707
Účinnost od 1. 4. 1963



Označení kaleného polotovaru pevného vrtacího pouzdra s nákružkem, průměr d = 16 F7, délka L = 16 mm

POUZDRO 16 F7 × 16 ČSN 24 3707

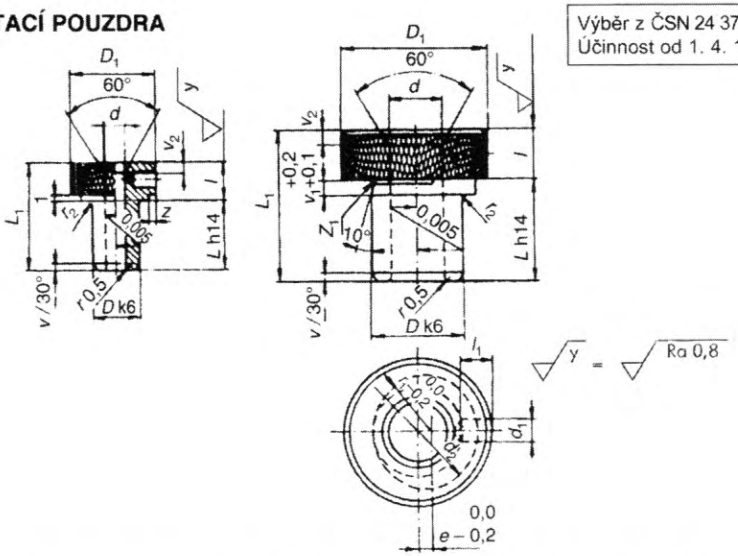
Rozměry v mm

d F7		D n6/H7	L h14		D_1	L_1		l	v/30°	v_2
přes	do		krátké	dlouhé		krátké	dlouhé			
	2	6	4	7	10	6	9	2	0,7	1,0
2 4	4 6	8 10	6	11	12 14	9	14	3	1,0	1,0
6 8	8 10	12 14	8	14	16 20	12	18	4	1,0	1,5
10 12	12 15	16 20	12	20	22 25	16	24	4	1,5	2,0
15 18	18 22	24 30	16	26	30 36	20	30	4	1,5	3,0
22 27	27 32	36 42	20	33	42 48	25	38	5	2,0	4,0
32 38	38 44	48 56	25	41	54 63	32	48	7	2,0	5,0
44 52	52 66	65 80	32	52	72 88	40	60	8	2,0 2,5	6,0

Materiál: 19 312 pro $D \leqq 20$ mm, zušlechtěno na tvrdost HRC 58 až 62
12 010 pro $D > 20$ mm, cementováno a kaleno na HRC 58 až 62
Průměr D má přídavek na broušení
Průměr d se volí podle potřeby

NÁSTRČNÁ VRTACÍ POUZDRA

Výběr z ČSN 24 3714
Účinnost od 1. 4. 1963



Označení nástrčného vrtacího pouzdra s vrtáním $d = 11$ mm s mezními úchylkami F7, s průměrem $D = 20$ mm a s délkou $L = 20$ mm

Pouzdro 11 F7 × 20 × 20 ČSN 24 3714

Rozměry v mm

d F7 přes	d F7 do	D k6/F7	L h14 krátké	L h14 dlouhé	D_1	L_1 krátké	L_1 dlouhé	l	$v30°$	v_1 +0,2 +0,1	v_2
	2	5	9	14	12	15	20	6	1		1
1,5	3	6			14	17	22	8			
2	4	8	12	18	16	20	26	8	1,5	–	1
3	5	10			18						1,5
4	7	12	16	24	21	25	33	9	1,8		1,5
6	9	14			24					3	
8	11	17	20	30	28	30	40	10	2	3	2
10	14	20			32						
13	17	25	25	38	38	36	49	11	2,3	4	3
16	22	30			45						
20	27	36	32	48	54	44	60	12	2,3	4	4
25	32	42			62						
30	38	50	40	60	72	54	74	14	2,6	4	5
36	47	60			84						
45	56	70	50	75	94	66	91	16	2,6	4	6
53	65	80			104						
62	75	90	60	90	114	78	108	18	3	4	7
72	84	100			124						

Rozměry v mm

d F7		d_1	d_2	e 0,0 −0,2	l_1	r_1 0,0 −0,2	r_2	Hmotnost 1 pouzdra v kg ≈	
přes	do							krátké	dlouhé
1,5	2	3	–	–	4	–	0,5	0,006	0,008
	3	4			5			0,011	0,013
2	4	4			5		0,5	0,017	0,019
3	5							0,023	0,027
4	7	4,5			6		0,5	0,037	0,044
6	9		19	2,2		9,2	0,7	0,055	0,067
8	11	5	23	2,6	7	11,1	0,7	0,074	0,088
10	14		27	3,1		13,1		0,091	0,107
13	17	6	32	3,8	8	16,3	1	0,140	0,171
16	22	6,5	38	4,5	9	19,5		0,205	0,253
20	27	7	46	5,3	10	23,3	1	0,332	0,408
25	32	7,5	52	6,2	11	27,2	1,2	0,438	0,541
30	38	8	62	7,3	12	32,3	1,2	0,71	0,89
36	47	8,5	74	8,7	13	38,7		0,95	1,19
45	56	9	84	10,2	14	45,2	1,6	1,34	1,83
53	65	10	94	11,6	15	51,6		1,66	2,12
62	75	11	104	13	15	58	1,6	2,29	2,95
72	84	12	114	14,5	16	64,5		2,48	3,18

Materiál: ocel 19 312 zušlechtěná na tvrdost HRC 58 až 62 pro $D \leqq 20$ mm
ocel 12 010 cementovaná a kalená na tvrdost HRC 58 až 62 pro $D > 20$ mm
Průměr d se volí podle potřeby

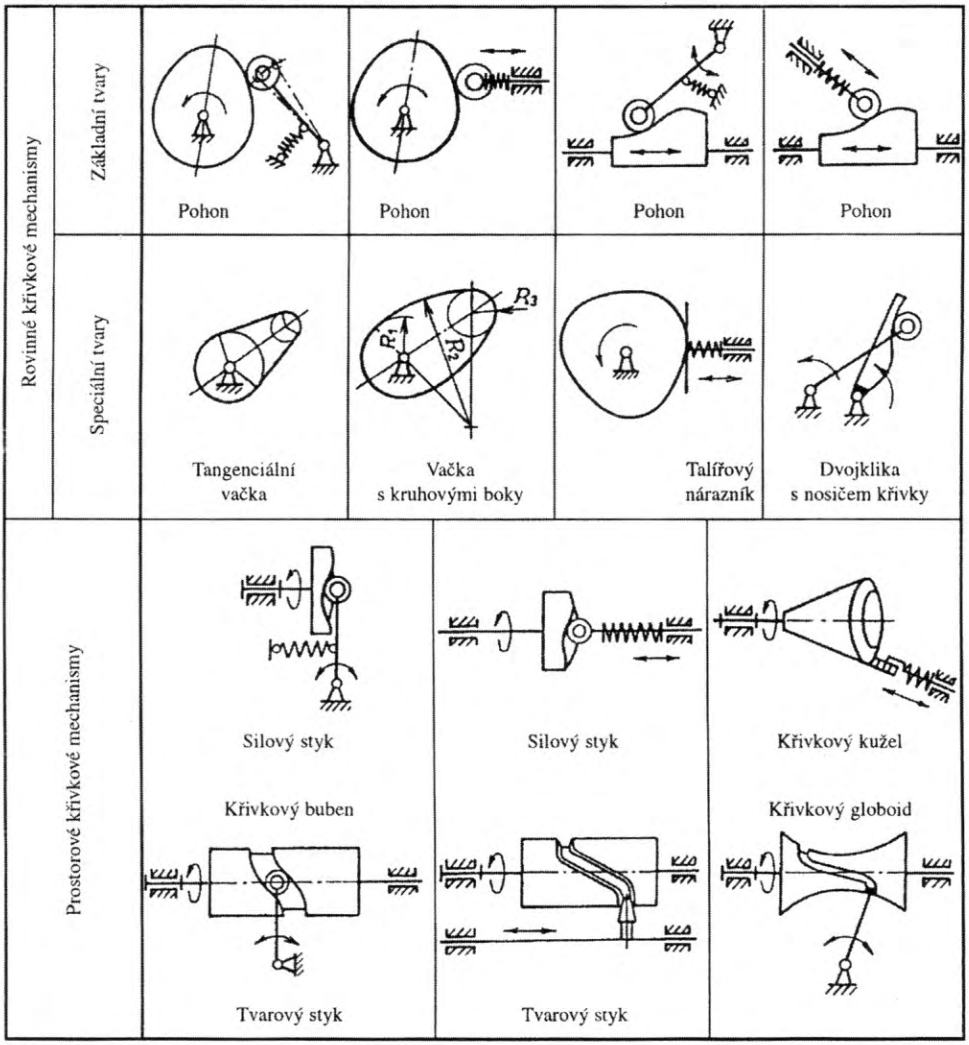
POZNÁMKY:

Navštivte naše internetové stránky:
www.albra.cz

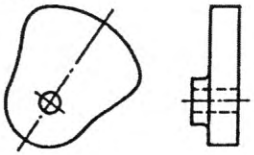
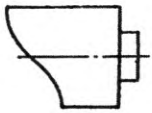
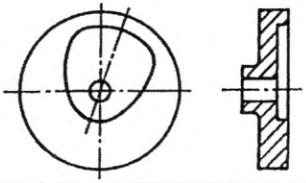
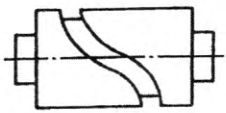
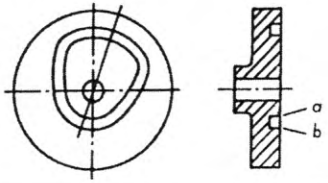
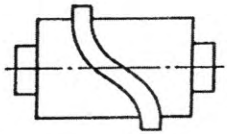
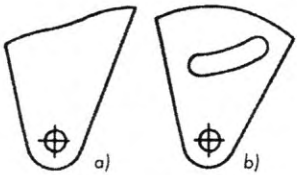
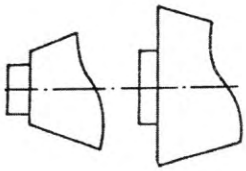
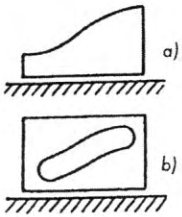
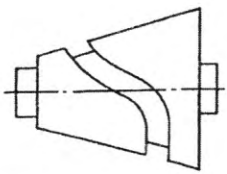
Objednávky zasílejte na e-mail:
uvaly@albra.cz

DOPLŇUJÍCÍ INFORMACE

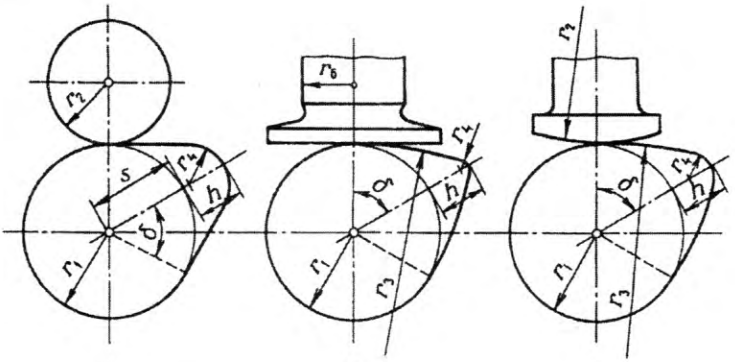
DRUHY KŘIVKOVÝCH MECHANISMŮ



ROVINNÉ A PROSTOROVÉ KŘIVKOVÉ ČLENY

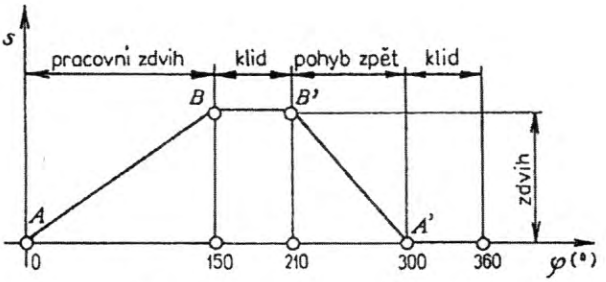
Rovinné křivkové členy	Prostorové křivkové členy
Název – vyobrazení	Název – vyobrazení
1. Kotouč s vnější křivkou 	1. Válec s vnější křivkou (čelní křivka, plášťová křivka) 
2. Kotouč s vnitřní křivkou 	2. Válec s křivkovou drážkou (válcová křivka, bubínková křivka) 
3. Kotouč s křivkovou drážkou a) vnější křivka b) vnitřní křivka 	3. Válec s křivkovým výstupem 
4. Kulisa a) s vnější křivkou b) s vnitřní drážkou 	4. Kužel s vnější křivkou 
5. Smýkadlo a) s vnější křivkou b) s vnitřní drážkou 	5. kužel s křivkovou drážkou 

TVARY VAČEK



a) tangenciální vačka se používá u zdvihátek s kladičkou
b) harmonická vačka pracuje se zdvihátkem s plochým talířkem
c) vačka s vypouklým bokem zabírá se zdvihátkem s kruhovým bokem

Pro návrh vačkového mechanismu jsou důležité uvedené veličiny:
zdvih zdvihátka,
fáze pootočení vačky dané úhlem φ s časovými úseky t, ve kterých se požaduje pohyb hnaného členu nebo klid.
Zjednodušený diagram zdvihové čáry je na uvedeném obrázku.



Zjednodušený diagram zdvihové čáry

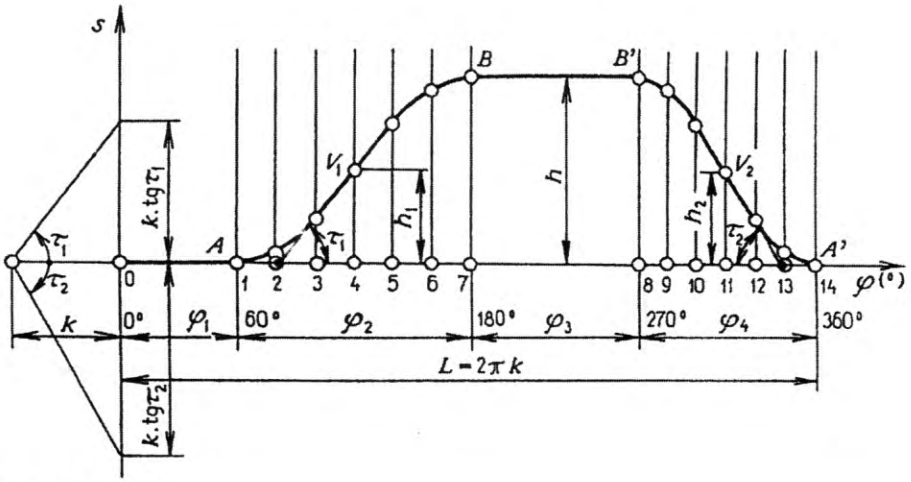
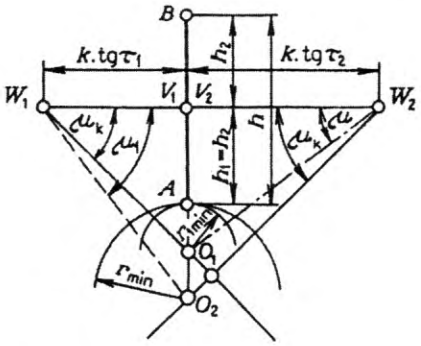


Diagram zdvihové čáry

Dáno: zdvih h, úhly φ_1, φ_2, φ_3, φ_4. Úsečka $O1$ přísluší fázovému úhlu φ, který vyjadřuje klid zdvihátka ve spodní poloze. Křivka AB určuje zdvihovou čáru zdvihátka při vzdalování za fázového pootočení vačky o úhel φ_2; úhel φ_3 vyjadřuje klid zdvihátka v horní pracovní poloze, křivka $B'A'$ znázorňuje zdvihovou čáru zdvihátka při přibližování odpovídajícínu pootočení vačky o úhel φ_4.



Grafické určení poloměru r_{min} základní kružnice vačky

Zvoleno: μ_k

V levé části obr. se zjistí graficky pomocí $k = L/2\pi$ a úhlů τ_1 a τ_2 úsečky $k.\mathrm{tg}\,\tau_1$ a $k.\mathrm{tg}\,\tau_2$, které se přenesou do obr. na kolmici vztyčenou k úsečce AB v bodě $V_1 = V_2$.

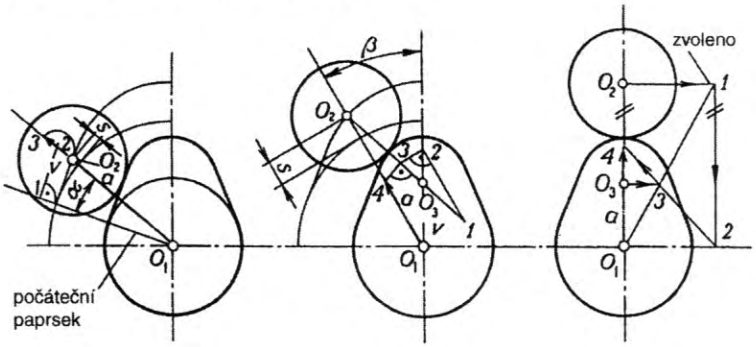
Bod V_1 leží v polovině úsečky AB = zdvihu zdvihátka h.

V bodě W_1 a W_2 se spojí úhly tlaku $\mu_k = 45°$.

Na prodloužení úsečky AB dostaneme průsečík O_2 a vzdálenost O_2A je poloměrem základní kružnice vačky r_{min}.

Spojením bodu W_1 a O_2 vznikne výhodný úhel tlaku $\mu_1 > \mu_k$ příslušící fázi vzdalování zdvihátka.

GRAFICKÉ ŘEŠENÍ TANGENCIÁLNÍ VAČKY



Grafické řešení tangenciální vačky

a) Bok vačky. Zdvih zdvihátka *s* zjistíme u všech následujících řešení jako vzdálenost kladičky O_2 od základní kružnice. Rychlost zdvihátka: V bodě O_2 vztyčíme kolmici na O_2O_1, která protne počáteční paprsek v bodě *1*. Pak $v = \omega \, . O_2 1$, kde ω je úhlová rychlost vačkového hřídele, $O_2 1$ odměříme z diagramu (m). Zrychlení zdvihátka: V bodě *1* vztyčíme kolmici na počáteční paprsek a zjistíme její průsečík *2* s daným paprskem. Vzdálenost $O_2 2$ naneseme na paprsek O_2O_1 směrem od středu O_1 pomocí kružnice a dostaneme bod *3*. Pak: $a = \omega^2 \, . O_1 3$.

b) Vrchol vačky. Rychlost: V bodě O_1 vztyčíme kolmici na O_2O_1, její průsečík se spojnicí O_2O_3 bude bod *1* (O_3 – střed křivosti vrcholu vačky). Pak $v = \omega \, . O_1 1$. Zrychlení: Z bodu *1* vedeme rovnoběžku s O_1O_2 až po průsečík s osou vačky *2*, dále na kolmici na *12* a z jejího průsečíku *3* se spojnicí O_2O_3 sestrojíme kolmici na O_2O_3 až po průsečík s O_1O_2 v bodě *4*. Platí $a = \omega^2 \, . O_1 4$.

c) Osa vačky. Zrychlení: středem kladičky O_2 vedeme kolmici k ose vačky a na ní zvolíme libovolný bod *1*, kterým vedeme rovnoběžku s osou vačky až získáme bod *2*. Bodem O_3 vedeme kolmici k ose vačky až po průsečík *3* se spojnicí $O_1 1$. Spojnice *23* vytne na ose vačky bod *4*; pak $a = \omega^2 \, . O_1 4$.

POZNÁMKY:

Navštivte naše internetové stránky:
www.albra.cz

Objednávky zasílejte na e-mail:
uvaly@albra.cz

ALBRA

distribuce a nakladatelství učebnic

Havlíčkova 197, 250 82 Úvaly,
tel. 281 980 201-2, fax 281 980 203,
e-mail: uvaly@albra.cz, www.albra.cz

(ústředí a sklad učebnic se **stálou vzorkovnou** všech dostupných učebnic)

Využijte síť prodejen firmy **ALBRA spol. s r.o.**, kde si můžete naši kompletní učebnicovou nabídku prohlédnout, zakoupit nebo objednat. Máme učebnice všech dostupných nakladatelství.

Uherské Hradiště, 686 01, Dlouhá 1312, tel. 572 554 711, fax 573 902 371
e-mail: uherske@albra.cz

Ostrava-Zábřeh, 700 30, U Studia 2654/33, tel./fax 596 113 035
e-mail: ostrava@albra.cz

Olomouc, 779 00, Slovenská 10/510, tel./fax 585 235 412
e-mail: olomouc@albra.cz

Žďár nad Sázavou, 591 01, Studentská 7, tel./fax 566 630 062
e-mail: zdar@albra.cz

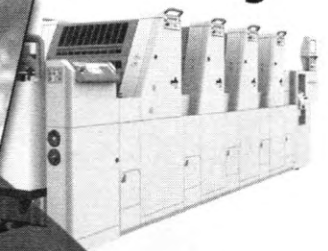
Jihlava, 586 06, Demlova 32, tel./fax 567 323 414
e-mail: jihlava@albra.cz

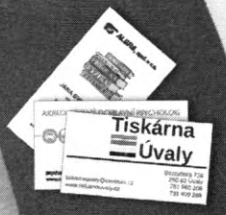
Valašské Meziříčí, 757 01, Masarykova 291/20, tel. 571 436 006, fax 571 436 002
e-mail: valmez@albra.cz

www.tiskarnauvaly.cz

AKTUÁLNÍ NABÍDKA

Tiskárna Úvaly





- hlavičkové papíry černobílé i v barvě
- barevné vizitky
- výroba ročenek, knih a učebnic, diářů, časopisů, letáků, plakátů a dalších tiskovin i s úpravou skladu, výseku či perforace
- stolní i nástěnné kalendáře podle Vašeho přání, stačí dodat vlastní fotografie. Kalendáře formátu A2, A3, A4

Tiskárna Úvaly, spol. s r. o., Bezručova 726, 250 82 Úvaly
tel./fax: 281 980 108, mobil: 731 409 288, e-mail: tiskarnauvaly@centrum.cz, www.tiskarnauvaly.cz

Ing. Jiří Leinveber
Ing. Pavel Vávra

STROJNICKÉ TABULKY

6. vydání

Učebnice pro školy technického zaměření

Použité části ČSN byly vydány se souhlasem
Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

Vydala ALBRA spol. s r. o., Havlíčkova 197, 250 82 Úvaly, v roce 2017
tel. 281 980 201-2, fax 281 980 203, e-mail: uvaly@albra.cz
www.albra.cz

Sazba: Albra, spol. s r. o., Havlíčkova 197, Úvaly
Vytiskla Tiskárna Úvaly s. r. o., Bezručova 726, Úvaly

ISBN 978-80-7361-111-8

250-700

Služba ČSN online

- ČSN online – snadný, rychlý a cenově přijatelný přístup ke všem českým technickým normám (ČSN) prostřednictvím internetu.
  ÚNMZ nabízí dvě základní možnosti: Přístup do ČSN online pro firmy s více uživateli a přístup pro jednotlivce.

- ČSN online pro firmy s více uživateli umožňuje firmě přístup ke všem ČSN a správu uživatelů. Lze zvolit půlroční nebo roční předplatné. Sjednání smlouvy probíhá elektronickou cestou přímo v ČSN online. Za všechny uživatele je vystavena jediná společná elektronická faktura.
  Podrobnosti a ceny jsou uvedeny na stránkách ČSN online pro firmy s více uživateli: http://csnonlinefirmy.unmz.cz/

- ČSN online pro jednotlivce je určeno pro jednotlivé podnikající i nepodnikající osoby, nebo firmy, které nebudou chtít mít více než jednoho uživatele. Lze zvolit půlroční nebo roční předplatné. Registraci nebo prodlužování předplatného provede uživatel elektronicky přímo v ČSN online. Může zaplatit platební kartou nebo bankovním převodem, případně v hotovosti v Infocentru ÚNMZ. Písemná smlouva se neuzavírá.
  Podrobnosti a ceny jsou uvedeny na stránkách ČSN online pro jednotlivce: http://csnonline.unmz.cz/

Více informací o poskytované službě ČSN online naleznete na:
http://www.unmz.cz/urad/csn-on-line

Pro dotazy můžete využít emailový kontakt
csnonline@unmz.cz
nebo linku Informačního centra ÚNMZ, tel. 221 802 802

250-700